

16502.

DISQUISITIONES
DE
OSSIFICATIONIS PROCESSU.



DISSERTATIO INAUGURALIS
QUAM
CONSENSU ET AUCTORITATE
GRATIOSI MEDICORUM ORDINIS
IN
UNIVERSITATE LITERARUM CAESAREA DORPATENSI
AD GRADUM

DOCTORIS MEDICINAE

RITE ADIPISCENDUM
LOCO CONSUETO PUBLICE DEFENDET

AUCTOR

Alexander Brandt

PETROPOLITANUS.



51

DORPATI LIVONORUM.
TYPIS VIDUAE J. C. SCHUENMANNI ET C. MATTIENSEN.
MDCCLXII.

IMPRIMATUR

haec dissertatio ea conditione, ut, simulac typis fuerit excussa, quinque ejus exempla tradantur collegi ad libros explorandos constituto.

Dorpati Liv. die 2. mens. Sept. a. 1852.

Dr. Reichert,
ord. med. h. t. Decanus.

D 12-865

PIERS USO WALTER
ATQUE
CAROLO REICHERT

DOCTORIBUS MEDICINAE,

PP. PP. OO. IN UNIV. LITER. CAESAR. DORPAT.

A CONSILIIIS STATUS,

PRAECEPTORIBUS SUMME VENERANDIS,

VIRIS DOCTISSIMIS, HUMANISSIMIS,

HAS STUDIORUM PRIMITIAS

PIO GRATOQUE ANIMO

OFFERT

Auctor.

PRÆFATIO.

Ad instituendas disquisitiones de ossificationis processu, quas in hac commentatione virorum doctorum judicio propono, Reichert, professor clarissimus, praeceptor meus maxime venerandus, me impulit. In animo autem mihi fuit his repetitis investigationibus potissimum eruere et constituere, qua ratione incrustatio substantiae cartilagineae fiat et quae mutatio in hujus substantiae elementis histologicis locum habeat. Fines enim hujus opusculi nimis extendissem, si disquisitionibus meis totam ossis formationem amplecti voluissem, quamquam, quum simul cum substantiae cartilagineae incrustatione cava medullaria formentur, evitari non potuit, quominus etiam horum ossis elementorum formationem paulo accuratius respicerem. Etsi hic processus saepius denuo investigatus est et praecipue novissimis temporibus viri docti in ejus cognitione penitior plurimum profecerunt, tamen in eo adhuc multum ambigui et obscuri restat, quod semper ad inquisitiones denuo repetendas impellet. Propter magnas vero difficultates, quas perscrutationes hujusmodi juveni in his rebus parum exercitato objiciunt, eas suscipere vix

conatus essem et etiam minus cum felice successu perficere potuissem, nisi benevolo consilio et auxilio *Reichertii*, ut in prioribus studiis meis, ita etiam in instituendis his disquisitionibus adjutus essem, cui viro de me meritissimo me nunquam satis ex intimo animo gratias agere posse libentissime profiteor.

Denique etiam *G. L. Ulmannio*, studioso medicinae, qui in delineandis iconibus tabularum huic opusculo additarum multum temporis et operae consumpsit, maximas gratias ago. Doleo autem, quod delineationes praeclare factae iconibus lithographicis non omnino exacte repraesentatae sunt; nominatim loca ossificata splendore carent et praeterea saepe multo obscuriora, quam vere sunt, apparent.



Observationes microscopicae.

Recentioribus temporibus plures viri docti certas quasdam ossium portiones ad considerandum ossificationis processum prae ceteris aptas esse affirmaverunt, v. c. Meyer et Koelliker symphyses vertebrarum et ossium pubis, atque epiphyses et diaphyses ossium tubulorum hoc consilio commendant. Equidem vero inveni, dummodo praeparata in usum investigationis microscopicae apte perficiantur et tractentur, ossificationis processum saltem in omnibus cartilaginibus hyalinis pari successu observari posse. Tantummodo eas cartilagine hyalinae, quarum corpora cartilaginea parvitate insignia sunt, disquisitionem difficilem reddunt, quum in iis propter hanc ipsam conditionem phaenomena sub microscopio, etiamsi maximam amplificationem adhibeas, tamen minus perspicue appareant. Etiam corpuscula cartilaginea majora nimisque conferta disquisitioni impedimenta obicere possunt, quum forti locis reflexu distinctio subtilium phaenomenorum microscopiorum maxime turbetur. Etiam in illis cartilaginibus investigatio processus ossificationis difficilior est, in quibus substantia fundamentalis striata, quasi fibrosa est (in cartilagine fibrosa, cartilagine membranacea ossium cranii secundum *Reichertium*), quum in iis corpuscula cartilaginea plerumque parum accurate perspiciantur et incrustatio cartilaginis incipiens habito striato substantiae fundamentalis occultetur. Ubi ossificationis processus jam longius progressus est, praesentia magnorum cavorum medulla impletorum disquisitionem admodum turbare potest, quoniam in parandis segmentis medulla e situ suo movetur et loca, in quibus ossificatio incipit, obtegit. Si vero difficultates modo enumeratae absunt, et coctione segmentorum vel etiam fortuito in parandis segmentis medulla magis minusve perfecte e cavis suis remota est, ossificationis processus, ut jam diximus, dummodo praeparata apte perficiantur, ubique pariter perspicue observari potest.

Quum ego quoque pariter atque alii anatomici e cartilagine ossificari incipientem in statu recenti vel simpliciter siccato segmenta satis tenuia mihi parare non possem, in conficiendis segmentis methodo ab aliis quoque adhibita usus sum. Ossa enim, ut consistentia eorum parandis segmentis idonea fieret, superfuso acido muriatico

parte elementorum terrenorum privavi. Hoc consilio semper adhibui acidum muriaticum in centum partibus viginti partes acidi muriatici puri continens idque tribus partibus aquae dilui. Tempus, per quod cartilago ossificari incipiens effectui acidi muriatici exponitur, secundum magis minusve evolutum excultumque statum ossis definitur. In teneris ossibus foetalibus saepe jam tempus unius horae sufficit, adultorum ossa plures horas requirunt. Os hoc modo tractatum cum consistentiam adipiscitur, ut, postquam siccatum est, segmenta tenuissima ex illo parari possint. Per hanc tractationem neque structuram neque texturam ossis mutari, facile tibi persuadebis, si segmentum ex osse effectui acidi muriatici non exposito paratum microscopio subjeceris et nonnullas guttas acidi muriatici in centum partibus viginti partes acidi muriatici puri continens addideris. Tum enim, quod jam ab aliis quoque scrutatoribus commemoratum est, imaginem microscopica, elementis terrenis ossis magis minusve perfecte extractis, clariorem magisque perspicuam fieri animadvertis. Simul tamen loca cartilaginea, quae jam ossificata erant, etiam post hanc tractationem adhuc satis luculenter apparent, et, quod quidem in disquisitione maximi momenti est, habitu suo subtiliter granulato a portionibus cartilagineis non ossificatis differunt.

Adipem, qui, praecipue in adultorum ossibus, investigationi saepissime impedimenta obicit, plerumque eo, quod segmenta jam parata in spiritu vini rectificatissimo coquebam, remove studebam.

Ad efficiendum, ut corpuscula cartilaginea et incrustationes incipientes clarius conspicerentur, admodum aptum esse cognovi praeparata inbuere solutione in centum partibus decem partes kali puri continente. Si praeparatum kali adhibito nimis pellucidum fiebat, illud effectui solutionis aquae jodicæ non nimis concentratae ita exposui, ut colore lucide fusco modico fingeretur. Hæc re loca ossificata a locis nondum ossificatis accuratius distinguuntur, quam color priorum intensior sit.

Auxilio horum remedium mihi contigit, ut mihi segmenta tam tenuia et ad explorationem microscopica tam accommodata pararem, ut phaenomena in conspectum venirent, quae adhibita methodo vulgari tantum raro nec tum quidem ita manifesto apparent.

Descriptio segmenti longitudinalis ex inferiore extremitate diaphysis metacarpi foetus humani septem mensium desumpti (Tab. I. fig. 1).

Basis et capitulum metacarpi ad paranda segmenta longitudinalia adhibitis omnino cartilaginea erant, eandemque conditionem monstrabat locus, ubi corpus ossis in portiones modo dictas transit. Segmentum effectum est sectione lateri radialis et ulnari metacarpi parallela et ad locum, ubi portio ossificata in portione nondum ossificatam transibat, ducta, et quidem ita, ut illud satis magnam partem cartilagineis partemque substantiæ osseae respondentem contineret.

Neque inspectione oculo non armato facta neque disquisitione auxilio microscopii instituta respectu finium inter segmenti partem ossificatam et partem nondum ossificatam quidquam cognosci potuit, quod hæc partes alteram in alteram denticulis se insinuare indicaret. Si segmentum nudis oculis contemplaris, portio cartilaginea a portione ossea finibus satis distinctis aequaliter linearibus sejuncta apparet; in segmentis vero microscopii auxilio consideratis hæc certior distinctio evanescit et cartilago atque pars ossea paulatim altera in alteram transeunt, ita ut apte tres regiones in segmento discerni possint, et quidem una, in qua os fere omnino efformatum est vel saltem manifesta corpuscula radiata apparent (C), altera in opposito fine praeparati sita, in qua cartilago pura conspicitur neque ullam incrustationem continet (A), tertia denique eaque maximi momenti, in qua incrustationes jam inceperunt, quamquam universus habitus hujus regionis cartilaginei similior est, quam ossi (B). In iconibus huius opusculo adjectis polissimum eam regionem, in qua ossificationis processus incipit, quam accuratissime repraesentare studei.

In portione segmenti nondum ossificata mutatio illa corpusculorum cartilagineorum, cujus jam multi anatomi mentionem fecerunt, animadvertitur. Si feliciter succedit segmentum parare, in quo hæc regio latioris ambitus est, in regionibus ab ossificationis puncto remotissimis plerumque corpuscula cartilaginea incerto ordine singula vel bina, rarius plura congregata, in substantia fundamentali collocata conspiciuntur (conf. Tab. I. fig. 2. a). Variis finibus circumscripta sunt, ita ut jam magis elliptica, jam fusiformia, jam fere circularia appareant, jam segmenta harum formarum diversarum modo dietarum exhibeant, praecipue, ubi plura congregata jacent et eorum lineae sectione effectae alterae ad alteras conversae sunt. Segmenta sectionibus in diversas directiones per cartilaginem ductis parata demonstrant, lineamenta modo dicta corpusculorum cartilagineorum esse, quae, quod ad formam attinet, ellipsoides vel corpuscula lentiformia vel segmenta harum formarum exhibeant. In corpusculis cartilagineis ubique distinguitur cavum cartilagineum, sive cavum substantiæ fundamentalis, in quo corpusculum cartilagineum situm est, et hoc corpusculum ipsum, i. e. contentum

hujus cavi, quod in ejusmodi praeparatis sectione effectis laud multum, quod memorata dignum sit, prae se ferat. Quod ad phaenomena optica pertinet, commemorandum est, circa parva corpuscula cartilaginea hujus regionis plerumque tantum lineamenta simplicia neque lineamenta quasi annuliformia membranis cellularibus inessatis, ut dicitur, formata apparere. In imaginibus microscopis segmentorum maxima corpuscula cartilaginea diametrum longitudinale 0,007 linearum Parisiensium, latitudinalem 0,003 l. p. ostendunt.

Versus ossificationis marginem tria phaenomena manifesto observantur: 1) Corpusculorum cartilagineorum magnitudo paulatim crescit; 2) corpuscula cartilaginea in singulos accervos congregata sunt, et 3) inter hos accervos substantia fundamentalis aucta apparet.

Quod ad corpusculorum cartilagineorum amplificationem attinet, maxima corpuscula in segmentorum imaginibus microscopis versus ossificationis marginem diametrum longitudinale 0,009 l. p. et latitudinalem 0,005 l. p. ostendunt, ex quibus mensiuntibus cluere, corpusculorum diametrum latitudinalem pro rata parte etiam magis crevisse, quam diametrum longitudinale, ita ut in vicinia marginis ossi corpusculorum forma magis minusve globulo similis deprehendatur (c).

Accervi corpusculorum cartilagineorum ex ternis, octonis vel etiam pluribus corpusculis compositi sunt, quae aut breviores longioresve series longitudinales efficiunt, aut circa centrum congregatae sunt et accervos constituunt, qui finibus magis minusve ellipticis vel circularibus circumscripti sunt (h). Facies corpusculorum cartilagineorum ad alia ejusdem accervi corpuscula conversae plerumque planae sunt, aversae autem magis sphaericae. Inter singula corpuscula cartilaginea substantiae fundamentalis crassitudo versus ossificationis marginem paulatim minuitur, et denique tantummodo septa tenuissima*) restant (f), ita ut segmentum tenue accervi, cujus cava cartilaginea contentis suis privata sunt, quasi rete exhibeat, quod substantiae fundamentalis septis angustis inter corpuscula cartilaginea formatur (conf. Tab. I. fig. k, g), et cujus maculas cava cartilaginea efficiunt.

Accervi seriebus longitudinalibus formati, in quibus corpusculorum cartilagineorum axes longitudinales paralleli decurrunt, ut in segmento Tab. I. fig. l. repraesentato, frequentissimi sunt. Illi aut ex una serie corpusculorum cartilagineorum constant, in qua passim loco unius corpusculi cartilaginei magis in longitudinem protracti duo minora interposita sunt, aut ex duabus tribusve seriebus confertis, corpusculis cartilagineis alterius partem in alterius corpuscula insertis (b). Longitudo media horum accervorum est 0,051 l. p., media latitudo accervorum ex seriebus longitudinalibus compositorum 0,0407 l. p. Ubi corpuscula in accervis circa centrum collocata sunt,

*) Annot. In iconibus propter difficultatem substantiam fundamentalem representandi septa plerumque casuaria picta sunt, quae re vera inveniuntur.

totius accervi lineamenta externa sinuosa esse solent, quum nonnulla vel etiam omnia corpuscula cartilaginea in accervi finibus facibus convexis prominent. In aliis accervis corpusculorum cartilagineorum facies aversae sphaericae ita invicem se tangunt, ut fines totius accervi aequaliter decurrentes magis ellipticos vel circulares efformant. Nec raro, attamen tantum in segmentis crassioribus, accervus lineamentis externis continuis ita circumscriptus apparet, ut corpuscula cartilaginea quasi communi cavo inclusa esso videntur. Microscopio ita collocato, ut res subiectae accuratissime perspiciantur, semper cognoscitur, lineamenta externa non ubique aequae distincte expressa esse neque lineam aequaliter continuam exhibere. Mutato autem microscopii foco loca autem parum perspicua jam clare cernuntur, antea vero omnino perspicua jam obscuriora apparent. In casibus igitur ejusmodi totus accervus in accuratioris disquisitione in universum offert speciem cumuli sine ordine et regula coniecti corpusculorum cartilagineorum finibus parum certis circumscriptorum. Phaenomena modo commemorata luculentissime docent, in hoc casu accervum corpusculorum cartilagineorum in eo situ observatori offerri, in quo imago microscopica ad praebeendam cognitionem, qualis sit totius accervi habitus normalis, non sit idonea. Est enim accervus ita situs, ut ejus axis longitudinalis magis minusve perpendiculariter ad observatorem conversus sit, et corpuscula cartilaginea ex parte se invicem obtegant alia super alia disposita offerantur. Denique, ut jam commemoravimus, tantum in segmentis crassioribus accervi corpusculorum cartilagineorum speciem modo descriptam offerentes inveniuntur. Quo tenuius segmentum factum est, eo certius expectari potest, fore, ut ne vestigium quidem corpusculorum ejusmodi cartilagineorum communi cavo inclusorum deprehendatur. Neque inquam reportantur in praeparatorum marginibus, quippe qui plerumque tenuiores easse soleant. Negare non ausim, septa, quibus corpuscula cartilaginea accervi separantur, interdum re vera evanescere, ita ut omnia corpuscula cartilaginea communiter eae secundario includantur; neque tamen unquam quamvis segmentis numerosissimis disquisitis hujusmodi quidquam inveni.

Contenta corpusculorum cartilagineorum in iis praeparatis, quae ex cadaveribus recentibus desumpta sunt, cava cartilaginea non omnino explet et speciem offert massae corrugatae magis minusve tenuibus granulis compositae et in denticulis irregulares excurrentis, in qua massa nucleus saepe parum luculenter distinctus apparet. Si cadaver non fuit recens, contenta cavorum cartilagineorum ipsa ipsa corpuscula cartilaginea offerunt speciem massae granulosaе, incertae, plerumque nucleo magis perspicuo instructae. Plerumque in disquisitione corpusculorum cartilagineorum, si ratione descripta disposita et magnitudine aucta sunt, phaenomena illa nota annuliformia in finibus cavorum cartilagineorum apparent, quae scriptores membranis cellularibus inessatis provocari arbitri sunt. Ego quoque pariter atque A. Bergmann (Disquisitiones microscopicae de cartilaginibus in specie hyalinis. Dorpati Livonorum 1850, pag. 9.) inveni, haec phaenomena annuliformia, quod ad latitudinem et perspicuitatem lineamentorum externorum attinet, admodum variare et nominatum tum

conspici, quum corpuscula cartilaginea etiam demptis contentis adhuc crassitudine aliqua praedita observentur. In segmentis tenuissimis, ergo plerumque in praeparatorum marginibus, in quibus ad summum tenuissima segmenta cavorum cartilagineorum observari possunt, prorsus nullum vestigium phaenomeni annuliformis animadvertitur, quamquam corpusculorum cartilagineorum magnitudo non mutata est, itaque phaenomenon illud annuliforme appellare non possum expressionem optica membranae inspissatae, nec in cavis cartilagineis quidquam aliud discernere, nisi simplicem excavationem substantiae fundamentalis cartilaginis. Praecipue autem commemorandum est, comparato habita corpusculorum cartilagineorum cartilaginis, in qua ossificatio jam incepta, hic in omnibus casibus phaenomenon annuliforme minus nitens splendescque apparere. Addendum adhuc est, si praeparata solutione in centum partibus decem partes kali puri condiente imbuantur, imaginem microscopica cartilaginis multo clariorem magisque perspicuam fieri.

Uti supra jam commemoravimus, his locis, ubi portio cartilaginis nondum ossificata in portionem ossificari incipientem transit, substantia fundamentalis inter singulos corpusculorum cartilagineorum acervos, quae quidem a septis inter singula acervorum corpuscula cartilaginea obvis bene distinguenda est, augmentatur (c). Neque tamen hoc incrementum substantiae fundamentalis semper atque manifesto animadvertitur. In segmentis tenuibus nunquam non conspicitur, et simul observatur, incrementum hujus substantiae, quod videtur, versus ossificationis marginem paulatim augeri, ita ut quasi cunei substantiae fundamentalis ex ossificationis margine inter corpusculorum cartilagineorum acervos protrudere videantur. Passim etiam in ea corpuscula cartilaginea solitaria reperiuntur. In segmentis autem crassioribus haec substantia fundamentalis augmentatio minus luculenter perspicitur, et plerumque ab initio observatur, strias angustiores substantiae fundamentalis inter corpuscula cartilaginea esse interpositas. Foco microscopii jam mutato, striae latiores quidem minus clare rursus conspicuae sunt, sed denuo mutato foco rursus evanescent. Facile intelligitur, in segmentis ejusmodi crassioribus accuratam cognitionem, quatenus ratio sit inter corpusculorum cartilagineorum acervos et interjectam substantiam fundamentalem, cu, quod acervi in pleribus stratis alii super alios collocati sunt, et ex parte ita jacent, ut substantiam fundamentalem inter alios interpositam obtegant, magnopere turbari et impediri.

Quaestione, utrum substantia fundamentalis solum videatur acta esse, an re vera acta sit, hoc loco omitta, tantummodo addam, secundum monitiones a me factas maximam substantiae fundamentalis latitudinem inter acervos non esse majorem, quam inter corpuscula cartilaginea, ubi adhuc magis dispersa in cartilagine reperiuntur. Natura substantiae fundamentalis neque in septis neque inter acervos ullo modo mutata apparet, sed idem habitus hyalinus servatus est.

Hucusque imaginem universalem ejus partis cartilaginis, ubi portio nondum ossificata in portionem ossificatam transit, habita ratione et corpusculorum cartila-

ginorum et acervorum et substantiae fundamentalis proposui. Si tamen loca ab ossificationis margine remotiora et propiora habitum acervorum corpusculorum cartilagineorum respiciens comparas, phaenomenon observatur, cujus hoc loco paucis verbis mentio facienda est. Proxime enim portioem ossificatam potius acervi compositi, quam simplices inveniuntur, ita ut ex multorum segmentorum habitu mihi apparerent, singulos acervos paulo ante transitum in ossificationem eodem modo inter se appropinquare, quo ab initio corpuscula cartilaginea ad formandos acervos simplices coeant.

Interdum etiam fortuito accidit, ut segmentum disquisitioni objiciatur, in quo incolumis portio cartilaginea modo descripta canaliculo perupta est, qui modella impletus est atque etiam vasa continere videtur; canales ejusmodi, de quibus jam alii harum rerum scrutatores mentionem fecerunt, sunt canales medullares cartilaginis.

Regio media segmentorum, ubi incrustationes incipiunt, indole sua in universum similior est cartilagini finitimae modo descriptae, ita ut hanc ipsam facillime non animadvertas (B). Huc accedit, quod illa non semper aequae luculenter expressa appareat, et omnino, si cum duabus aliis regionibus commemoratis comparatur, minoris ambitus est (conf. Tab. 4. fig. 4. B). Proprium hujus regionis est, quod substantia fundamentalis cartilaginis passim majoribus lacunis, quam in cartilagine nondum mutata solis cavis cartilagineis efficitur, insignis est. Praeter corpuscula cartilaginea prorsus non mutata vel solitaria vel in acervos congregata alia conspicuntur, quae adhuc pacem omnino corpusculis cartilagineis incoluibus similia sunt et tantum duabus rebus ab his differunt. Plerumque in segmentis tenuissimis et nominatim in marginibus praeparatorum cava cartilaginea cum contentis solitis (corpusculis cartilagineis) apparent, quorum linea obscura distinctissime expressa insiguntur. Haec linea non aequalis est lineamentis illis obscuris, quae plerumque circa cava cartilaginea nondum mutata inveniuntur et hic illic umbra fortiori insiguntur, aliis locis contra saepe minime expressa et parum conspicua decurrant. Haec linea enim circa cava cartilaginea, de quibus hoc loco sermo est, quocunque modo illustratur, semper circa totum cavorum ambitum in forma lineae tenuis distinctissime expressae conspicitur (b). Saxipessima paulum irregularis et dentulata est, semper vero tam tenuis, ut eam vix metiri possis. In nonnullis casibus etiam haec linea tenuis versus latus a praeparati margine aversum paulatim latior fit, ita ut corpusculum cartilagineum tantum ex uno latere linea tenui modo dicta, ex altero autem stria falciiformi, latiore cinctum appareat. In medio praeparato et omnino, ubi segmentum crassius est, cava cartilaginea nusquam linea tenui modo dicta, sed unico stria annuliformi circumscripta esse videntur, quae annulis illis similima est, quos circa amplificata corpora cartilaginea ante ossificationem incipientem inveniri jam commemoravimus (f). Hi annuli tamen ab illis differunt majore nitore et declinatione cicereo-granulata. Hi annuli non solum praesente contento cavitatis cartilagineae conspiciuntur, sed etiam, ubi contentum illud, i. e. corpusculum cartilagineum, excidit. Ubi limites lineares cavitatum cartilaginearum in striam latorem transeunt, ut supra descriptum est, haec stria

sub microscopio plane eundem habitum prae se fert, quem in cavis cartilagineis ostendi, circa quas annulus perfecte formatus apparet. Si contentum in eiusmodi cavitatibus cartilagineis inest, interdum dubium esse potest, num limites modo descripti etiam re vera ad cava, nec potius ad contenta eorum, sive corpuscula cartilaginea ipsa pertineant. Ubi tamen contentum excludit, itaque in ulteriore progressu ossificationis omnino manifestum fit, phaenomena in lineamentis externis cavorum cartilagineorum ex nudato strato substantiae fundamentalis, quod cavitatem directe cingit, originem capere. Mutatio vero in hoc strato orta tantummodo ex incrustatione salibus torrens effecta derivari potest, quum magnus alior et delineatio cinereo-granulata plane congruat cum imagine microscopica, quam loca cartilaginea postea sine dubio ossificata exhibent. Hoc stratum terminale substantiae fundamentalis circa cavum cartilagineum incrustatione mutatum *capsulam osseam* appello. Accuratiore investigatione opus est, ut constitutur, utrum annuli illi angustiores latioresve per totam latitudinem suam habendi sint pro veris speciosisve plantiis capsularum ossearum modo formatarum secundo effectis, an tantum pro plantiis speculi instar residentibus capsulae osseae re vera tenuissimae, quae saepe in segmentis ossis tenuibus limitibus linearibus distinctis se manifestant. Observatio, capsulas osseas in segmentis tenuissimis semper in forma lineae obscurae cum simplicibus lineamentis externis animadverti, contra vero ibi tantum, ubi in segmentis crassioribus investigationi obijciuntur, annulos illos in conspectum venire, satis demonstrat, annulos modo dictos tantum expressionem optica plantiarum capsularum ossearum in maiore ambitu speculi instar fulgentius exhibere. Simul quoque has capsulas osseas circa cava cartilaginea esse cognovimus, difficile non est, decursum limitum linearium capsulae osseae interdum irregularem et quasi parvis prominentiis denticulatis instructum in segmentis capsularum ossearum tenuissimis recte intelligere et interpretari. Hoc phaenomenon enim non inde pendet, quod capsula ossea ab initio in statu suo normali ullas elevationes et depressiones in superficie suo habeat, nam scapissime linea obscura sine ulla prominentiis et aequaliter decurrit eoque probat, parietes capsulae globos et planos ac prorsus ejusdem conditionis esse, cujus primum stratum terminale substantiae fundamentalis circa cavitates cartilagineas. Idem etiam eo probatur, quod capsula ossea ex facie considerata nullum vestigium speciei maculosae ostendit, quae quidem, si illa instructa esset depressionibus et elevationibus, deesse non posset. Deorsus hic lineamentorum exteriorum capsulae osseae in segmentis tenuibus irregularis prominentisque denticulatis instructus inde potius derivandus est, quod in apparandis segmentis stratum substantiae fundamentalis, quod in capsulam osseam mutatum est, propter consistentiam*) suam magis lentam a substantia fundamentali

*) Annot. Facile intelligitur, hic verum esse de capsula ossea auxilio acidi muratici maxime ex parte elevatis tenuissimis siccata, utique cujus substantia, postea siquis eadem acido peracta fuerint, de quibus hoc ante constat, solite lentius sit, nec tam facile, quam cartilago hyalinae nondum incrustata, dissecatur.

hyalino differentem, plerumque minus facile accurate et acute dissecatur, sed potius dirumpitur. Prominentiae denticulatae limitum linearium, ut investigatio accuratior auxilio microscopii instituta docet, parvis lucidis abruptis capsulae osseae efficiuntur. Hae ipsae parvae laminae ruptione provocatae, quae in margine cavitatum cartilaginearum apertarum reperiuntur, primum attentionem meam ad capsulam osseam praesentem adverterunt, quum ceteroquin hae cavitates cartilagineae capsula ossea cinctae forma sua cum apertis cavitatibus cartilagineis nondum mutatis omnino congruant et demum per diligentem contemplationem id discerni elecet, quod posteriores semper lineamentis externis aequaliter decurrentibus jam magis umbrosis, jam omnino lucidis circumdantur, priores contra peculiarem illam conditionem lineamentorum suorum supra dictam ostendunt.

Addendum mihi est, capsulas osseas saepe solitarias, plerumque vero secundum solitam dispositionem cavorum cartilagineorum hujus regionis in acervis congregatas observari (n). Praeterea commemorandum est, in segmentis tenuibus, ubi tantum segmenta tenuia cavorum cartilagineorum dispositioni offerantur et capsulae osseae tenuibus limitibus linearibus indicentur, in septis inter cavitates cartilagineas interpositis semper substantiam fundamentalem nondum ossificatam et quidem plerumque hyalinam inter capsulas osseas finitimas animadverti. In iis vero acervis, quorum cava cartilaginea toto ambitu suo vel saltem crassiora segmenta eorum observationi obijciuntur, et in quibus propterea capsulae osseae in forma anulorum magis minusve latorum conspiciuntur, plerumque substantia fundamentalis hyalinae nondum ossificatae cognosci omnino non potest. In hoc casu ejusmodi acervus cavorum cartilagineorum speciem offert cavitatis magnae, cujus limites jam magis sinuosi, jam etiam magis aequaliter decurrentes annulo indicati corporunt, et quae septis ejusdem habitus microscopici, cujus totius cavitatis lineamenta externa, in cellas divisa apparet. Ex iis, quae jam supra de conditionibus, quibus hic annulus provocetur, exposui, deduci potest, hanc capsulam osseam in cellas divisam tantummodo propter dispositionem plantiis singularum capsularum ossearum speculi instar nitentibus impeditum hunc habitum modo descriptum sub microscopio offerre. Ubi enim segmenta satis tenuia sunt, semper rursus compositio capsularum ejusmodi ossearum in cellas divisarum luculenter perspicitur, quarum septa in forma strati angusti substantiae fundamentalis hyalinae non ossificatae inter lineamenta externa capsularum ossearum finitimarum cognoscuntur.

Interdum in hac regione segmenti, quo loco transitus fit, etiam corpuscula cartilaginea deprehenduntur, quae et ipsa, quod ad formam attinet, cum corpusculis cartilagineis non mutatis congruentia in segmentis tenuissimis phaenomena microscopica capsularum ossearum adhuc ostendunt, quorum contenta tamen granulis majoribus constare videntur, neque jam corpuscula cartilaginea ipsa in conspectum venire sinunt (k). Difficile est in his segmentis, quae reagentibus fortissimis tractata sunt, corpusculorum cartilagineorum mutationes accurate cognoscere et intelligere, sed tantum

mutationem existisse elucet. Aliquoties mihi successit cognoscere corpuscula osse contenta cavitatis ejusmodi cartilagineae capsula ossea cinctae, prorsus cum contentis cavorum in portione jam omnino ossificata obviurum, quae *cava medullaria*, et vocantur, congruentia. Contenta igitur, ut paucis dicam, ejusdem habitus erant, cujus massa medullaris, et corpuscula, quae in illis insunt, cellulis medullaribus similia sunt.

Præter cavitates cartilagineas habitus modo descripti in præparato etiam spatia cava majora conspiciuntur (l). Illa plerumque lineamentis externis magis minusve irregulariter sinuosis cincta aut vacua aut nominatim in segmentis crassioribus partim vel omnino massa in ipsis contenta repleta sunt. Magnitudo eorum admodum variat, alia enim ejusdem magnitudinis sunt, cujus totus cavorum cartilagineorum acervus, alia minora, alia denique etiam majora. Hi limites sinuosi saepe similes sunt lineamentis externis totorum acervorum corpusculorum cartilagineorum, in aliis casibus autem haec spatia cava multo magis irregularia sunt, nominatim si magnitudine ex-cellant; semper tamen limites magis minusve sinuosi sunt et interdum totum spatium cavum animo tibi fingere potes quasi conflatum ex pluribus cavitatibus et respondens magnitudini et lineamentis externis singulorum acervorum cavitatum cartilaginearum. Massa in iis contenta plane congruit cum medulla, qualis in ossibus hac ratione tractatis magis minusve destructa et cellulis medullae magis minusve lucenter perspicuis præditis apparet (p). Horum spatorum lineamenta externa diversa sunt in segmentis crassioribus et tenuioribus. In tenuioribus tantum limites lineares distincte tenues in conspectum veniunt, plane ejusdem habitus, cujus limites sunt circa cavitates cartilagineas, quarum margo fines constituens in capsulam osseam mutatus est. Interdum spatium cavi ejusmodi proxime adiacet cavum cartilagineum solitarium, vel major minorve acervus horum cavorum, qui aut nondum mutatus est, aut capsulam osseam jam formatam limitibus annuliformibus vel simplicibus linearibus indicat (n). In segmentis crassioribus limites in forma striae magis minusve latae, fortis lucis splendore insignis, cinereo-granulatae apparent (n). Illae striae sub microscopio protus eandem habitum ostendit, quem capsula ossea in forma annuli apparens, et hic quoque, quod accurata disquisitione et comparatione cum phaenomenis in progressa ossificatione obvis cognoscitur, ex lamella ossea tenuissima lucem fortiter frangente et reflectente originem capit, quia lamella finis inter substantiam fundamentalem et cava medullaria constituitur. Itaque hic nobis res est cum segmentis cavorum medullarium. Ut in cavitatibus cartilagineis solitariis, ita in his cavis medullaribus observatur, secundum conditionem segmenti partem lamellae osseae circa cavum medullare simpliciter in forma limitum linearum apparere (m), reliquam partem vero speciem striae osseae magis minusve latae prae se ferre. Non raro succedit in his cavis medullaribus phaenomenon eorruere, quod in figura accuratissimo representatum est: ex eo enim loco lamellae osseae cavum medullare ingentis, qui versus hoc cavum propinquit, singuli processus ejusdem habitus microscopici in ipsum cavum medullare procurunt cavitatemque principalem in plures quasi cellas minores dividunt. Plerumque hae

cellae separatae in cavitatem communem spatii medullaris exitum habent, et ut totum cavum, medulla ipsa repletae sunt. In casibus rarissimis adeo duo processus finitimi se conjungunt atque hoc modo in cavo principali cavum unicum clausum formant, quod et ipsum medulla impletum est. Jam sinuosa superficies vel margo lamellae osseae circa cavum medullare, sed etiam totius hi processus, qui interdum ex ejus prominentiis internis in cavum ipsum procurant et adeo parvum cavum undique includunt, maximam similitudinem ostendunt cum habitu acervi capsularum ossearum, quae saepe, ut etiam in præparato nostro, adhuc integrae cavum medullare proxime attingunt et apte comparari possunt (a). Ratio inter capsulas osseas cavitatum cartilaginearum et lamellas osseas circa cava medullaria inde tam luculenter apparet, ut non intelligi non possit, capsulis ossis cum cavis medullaribus rationem genericam intercedere. In hoc casu igitur processus cum sinuosis portionibus marginis lamellae osseae circa cavum medullare respondent capsulae osseae simplicis cavitatis cartilagineae. Hoc probatur non solum congrua forma, sed etiam magnitudine et toto habitu optico substantiae fundamentalis inconstatae. Itaque cognoscitur, processus lamellae osseae cavi medullaris idem esse, quod septa inter capsulas osseas acervi, et ut in eo casu, in quo acervus ejusmodi capsularum ossearum adhuc in omnibus partibus singulis separatus apparet et contenta eorum nondum mutata sunt, in septis inter capsulas osseas interjectis substantia fundamentalis non ossificata perspicitur, ita in segmentis tenuibus idem in processibus lamellae osseae cavi medullaris, quos septis respondere modo diximus, cognoscere succedit. Interdum tamen haec substantia fundamentalis hyalina nondum ossificata in processibus jam omnino evanuit et hi processus tantum in forma lamellae osseae tenuis cum limitibus peculiaribus simplicibus, linearibus, tamen paulo latioribus apparent. Nunquam in hac lamella corpuscula radiata animadvertuntur.

Manifestum est, tres illas regiones a me propositas in loco transitus cartilaginis in os et in segmentis ex hac portione desumptis cum phaenomenis visus characteristicis non omnino acriter distinguí posse, quam non raro phaenomena, quae ad sequentem ossificationis gradum in cartilaginosis mutatione pertinent, jam prius solitaria apparent. Ita etiam in regione segmenti modo descripta phaenomena animadvertuntur, quae saepius vel saltem non minus saepe in regione proxime sequente deprehenduntur.

In margine cavi medullaris vel juxta acervos solitarios non raro corpuscula conspiciuntur, quae forma sua et habitu microscopico capsulis ossis in forma annuli apparentibus similia sunt. Attamen habita ratione magnitudinis totius corpusculi annulus admodum latus est, spatium vero illo inclusum, quod aut vacuum est, aut corpusculum cartilagineum continet, coarctatum apparet nec perfecte limites spatii inclusi aequaliter decurrentes ostendit, quales circa corpuscula cartilaginosa non mutata vel capsulas osseas cornuatur. In segmentis crassioribus hi annuli distincte et quidem limitibus aequalibus obscuris a substantia fundamentalis sejuncti esse videntur. Si ta-

men microscopii focus ita collocatur, ut latissimus corpusculi ambitus accurate perspicui possit, adeo in segmentis crassioribus lineamenta externa irregulariter decurrentia cognosci possunt. Magis nobis manifesta fit corpusculi conditio, si contingit, ut segmenta tenuia nobis praeparamus. In segmentis enim ejusmodi animadvertitur cavum, quod corpusculum cartilagineum magis minusve dominantem continet et simul cum hoc corpusculo anulo magis minusve lato subtiliter granulato cinctum apparere (r). Hujus annuli limites tam versus substantiam fundamentalem hyalinam, quam versus cavum irregulariter decurrunt prominentiasque et inter eas incurvas ostendunt. Spatium interam haec lineamenta externa paululum denticulata adipiscitur et interdum etiam corpusculum cartilagineum formam irregularem huiusmodi lineamentis respondentem ostendit. Hic annulus non attenuatur in lineamenta externa linearia, ut in capsula ossea, quoniam vocamus, itaque hic observationi capsula se praebet, quae parietibus crassie annuli latitudinis respondentibus formatur. In ejusmodi segmentis tenuibus simul cernitur, annuli substantiam versus substantiam fundamentalem parvis prominentiis saepe tam paululum excurrere et in illam transire, ut, nisi microscopii foco accuratissime collocato, fines inter anulum et substantiam fundamentalem dignosci nequeant. In praeparatis tamen acido muriatico imbutis nihilominus habitus opticus substantiae fundamentalis ab habitu optico annuli punctatione granulata se distinguit, in qua nonnulla puncta lucida et clara paulo manifestius apparent, quam in substantia fundamentalis hyalina.

Phaenomena, quae complicatam texturam hujus annuli indicarent, nullo modo observari poterant. Habitus granulatus, quem modo commemoravimus, per totam annuli latitudinem aequaliter extensus est. Nec tamen silentio praeternitendum est, in segmentis crassioribus et corpusculi huiusmodi bene conservati diametro, quae maxima videatur, sub microscopio fixa, anulum ejus microscopium, qui videtur, striis obscuris non distincte definitis ex margine lato exteriori quam interno decurrentibus pertractum apparere. Hi radii parum definiti in decursu suo speciem offerunt, quasi radii ex annuli centro ad peripheriam procedant. Hic jam radios corpusculorum radiatorum, quae formetur, observationi offerri, probabilis est conjectura. Sed striarum numerus multo major, et decursus alius est, quam verorum radiorum corpusculorum radiatorum, qui in magis progressu stadio ossificationis inveniuntur; lineamentaque eorum externa haud definita et distincta sunt. Praeterea jam commemoravi, has strias in segmentis tenuibus plane non animadverti, quoniam, si radii veri essent, in his luculentissime apparerent. Phaenomenon hoc, dummodo disquisito aliqua animi attentione instituitur, facillime explicari potest, oritur enim ex umbra, quam iniquitates jam commemoratae faciei et externae et internae annuli descripti efficiunt; inde etiam harum striarum lineamenta externa parum definita et magis numerus pendet.

Corpus modo descriptum, quod probabiliter nomine cellulae ossee (a Meyero et Koelliker) insignitum viris doctis jam innotuit, equidem, quam nomen cellulae

ossee opinionem, illud ex corpusculis cartilagineis oriri, secundum observationes meas nequaquam probata nititur, nomine *glomerulorum* vel fortasse melius *globulorum* substantiae ossee in ossificatione versantis noncupabo. Horum globulorum diametros longitudinalis 0,00714 usque ad 0,01275 l. P., diametros latitudinalis 0,00612 usque ad 0,0102 l. P. longa est; corpusculorum radiatorum in iis contentorum diametros longitudinalis 0,00396 usque ad 0,00408 l. P. longa est, diametros latitudinalis 0,00255 usque ad 0,00306 l. P.; globuli parietum crassitudo media est 0,00337 l. P.

Tertia regio segmenti a me definita, in qua corpuscula radiata inesse jam sine ulla dubitatione manifestum est (C), eo insignita osse solet, quod lacunis oblongis, plerumque parallelis decurrentibus, passim vero inter se conjunctis percurrunt, quae cava medullaria esse contentis ipserum evidentem demonstrant. Media earum longitudo est 0,0765 l. P., media latitudo 0,0253 l. P. Hujus regionis imago microscopica clarissima est, si haud multum medullae in cavis continetur, quoniam haec deficiente pelluciditate et siti suo distorto partes, quas accurate disquirere gravissimum est, inter se obtegat. Etiam hic usus solutionis in centum partibus decem partes kali puri contentis adjumentum praestantissimum est, quo efficitur, ut regiones incrustatae quamvis jam ex parte elementis terreis liberatae splendore suo lucide magnifice eluceant. Tam enim, praecipue pressione leni praeparati adhibita, facile cognoscitur, cava medullaria oblonga plerumque ad corpuscula cartilaginea vel capsulas ossee in acervos dispositas se applicantia corpusculis subrotundis cincta apparere, quae eo loco, quo se invicem tangunt, inter se confusa ad latus a cavo medullari aversum limitibus semicircularibus vel semielipcticis prominent et unum, duo vel plura corpuscula oblonga magis minusve denticulata continent, quibus ipse corpuscula radiata representantur (s). Haec organa sunt cellulae ossee, quas Koelliker proprie hoc nomine significare solet, quarum speciem paulo minus exultant nomine *glomerulorum* a nobis noncupatam jam commemoravimus. Si segmentum crassius evasit, non raro in cartilagineis margine plures prominentiae horum *glomerulorum* semiglobosae, aliae super alias positae, conspiciuntur, quarum cae tantum, quae sub ipso microscopio foco collocatae sunt, luculenter apparent, reliquae vero minus distincte percurrunt. Inter hos limites osseos cavorum medullarium, ergo nominatim inter *glomerulorum* prominentias semiglobosas angustior latiorve stria hyalinae substantiae fundamentalis cartilagineae percurrit (o). Haec stria, quo longius ab ossificationis margine versus os remota est, eo angustior fit. Hic etiam conjunctiones pontium instar inter finitimorum cavorum medullarium globulos per mediam substantiam hyalinam percurrentes cernuntur. Si etiam longius progredieris, tandem omnes *glomeruli* inter cava medullaria siti conflati sunt et cava medullaria jam magis in compacta substantia ossea collocata esse videntur. Ubi adhuc latior stria substantiae fundamentalis hyalinae inter cavorum medullarium *glomerulos* percurrit, interdum corpuscula cartilaginea *procerus* nondum mutata vel solitaria vel in acervos congregata inveni (q). Praeterea non raro in media substantia hyalina inter hujus regionis cava medullaria *glomeruli*

animadvertuntur vel solitarii vel in acervos ita coniecti, ut his locis, ubi se invicem tangunt, omnino conflati appareant et tantum in externis acervi limitibus semiglobosi prominent (conf. Tab. I. fig. 4. 1). Porro in segmentis crassioribus nominatim in margine cavorum medullarium medulla privatorum angustius latuisse segmentum faciei internae limitum asserorum conspicitur, in qua non raro globulorum corpuscula radiata perspicui possunt.

Habitus microscopicus globulorum nonnullis locis, nominatim illi quoque, ubi cava medullaria usque ad cartilagineum non ossificatum se extendunt, omnino aequalis est habitui glomerulorum, quos supra descripsimus, in plerisque tamen id discerni invenitur, quod cavum corpusculum cartilagineum minutum, cujus forma cavo respondet, continens, nisi in segmento parando remotum est, limites paulo magis denticulatos ostendit et dimensionibus suis minutum apparet. Hac re limites cavi interni globulorum magis magisque speciem corpusculorum radiatorum adipiscuntur. Etiam in glomerulorum faciebus liberis semiglobosis vel magis semiovatis, si segmenta tenuia sunt, plerumque etiam clarius, quam antea, lineamenta externa irregulari modo denticulata cernuntur, unde concludendum est, parietem globulorum non solum faciem internam ad cavum internum conversum, sed etiam externam libere ad substantiam fundamentalem hyalinam spectantem in hemisphaeris non glabram, sed elevationibus et depressionibus instructam esse. Contra in glomerulis recentissimis, etiam si segmenta tenuissima sunt, frustra quaeruntur phaenomena, ex quibus conici possit, glomerulorum parietes canaliculis (corpusculis radiatis) cum denticulis cavi interni, glomerulorum connexis pertrumpi. Ibi demum, ubi glomeruli inter se condari incipiunt, et in ipsa substantia ossea jam compacta vestigia horum radiorum etiam in praeparatis meis inveniri possunt. Denno in memoriam mihi revocandum est, cujus rei jam mentionem feci, ubicunque globuli se invicem tangant et jam inter se conflati sint, nullum vestigium termini separantis animadverti, et ibi quoque, ubi glomeruli substantiam hyalinam tangant, in segmentis tenuibus faciem externam irregularem parietum eorum deficiente limite satis distincto substantiam fundamentalem hyalinam attingere, quin etiam interdum sensim in eam transire videri.

Ex descriptione segmenti longitudinalis ossificatio metacarpi facillime et luculentissime perspicui potest. Praeparata sectionibus in alias directiones ductis effecta praecipue eam utilitatem praebent, ut ex his formae corporales acervorum corpusculorum cartilagineorum et cavorum medullarium accuratius definiantur. Hoc modo in segmentis, quae sectionibus per cartilaginis crassitudinem prope ossificationis marginem ductis effecta sunt, observatur, acervos corpusculorum cartilagineorum in praeparatis tenuissimis maxima ex parte corpuscula cartilaginea circa centrum disposita offerre, vel, si segmenta crassiora sint, in forma acervorum circularium vel ellipticorum magis minusve regularibus finibus cinctorum, ex corpusculis cartilagineis, quorum alia aliis superstrata sunt, compositorum, apparere. Acervorum maximorum diametros longi-

tudinalis longa est 0,02805 l. P., latitudinalis 0,0255 l. P., minores vero ostendunt diametrum longitudinalem 0,01683 l. P., latitudinalem 0,01584. Acervi ex seriebus longitudinalibus corpusculorum cartilagineorum compositi omnino non vel saltem parum clare animadvertuntur. Ex hoc corpusculorum cartilagineorum habitu in segmentis transversis, si phaenomena in segmentis longitudinalibus obvia comparantur, facile intelligitur, corpuscula cartilaginea proprie in series longitudinales simplices vel pluribus stratis compositas, ossis axi longitudinali respondentis, disposita esse, et acervos ac synplegmata corpusculorum cartilagineorum circa centrum ordinatorum etiam in segmentis transversis cartilaginis necessario apparere. Etiam circa cava medullaria in segmentis transversis sacpius limites magis minusve irregulares, circulares vel elliptici, conspiciuntur, ut utrumque quoque forma principalis existimanda sit tubulus parietibus sinuoso decurrentibus formatus. Tubulorum media diametros longitudinalis longa est 0,034 l. P., media diametros transversa 0,0382. Axis eorum longitudinalis directionem axis longitudinalis ossis sequitur.

Segmentum longitudinale ex corpore ossificari incipiente vertebrae canis neonati desumptum (Tab. I. fig. 2).

Columna vertebralis, ex qua hoc segmentum excisum est, maxima ex parte adhuc cartilaginea fuit. Tantummodo media pars demum corporis vertebrarum in os mutata erat, ita ut hic nucleus osseus cartilagineo adhuc plano cinctus, ergo etiam ab arcu et processibus massa cartilaginea interposita separatus esset. Columna vertebralis in linea mediana corporis dissecta est, et sectiones ad efficienda praeparata eo loco, ubi cartilago in os corporis vertebralis transit, parallelae lineae medianae ductae sunt.

Segmenta ex hac regione petita in rebus summis easdem rationes ostendunt, quas segmenta metacarpi, quae modo descripsimus. Ad iconem delineandum segmentum elegi, in quo capsulae osseae quidem minus luculenter perspicuntur, quam in metacarpo modo descripto, contra vero eo pulchrius et clarius elucet, quae ratio formationis acervis corpusculorum cartilagineorum cum cavis medullaribus inter ossificationem intercedat. Ne, quae iam exposita sunt, repetam, in descriptione ea potissimum phaenomena commemorabo, quae a phaenomenis in metacarpo observatis ratione memoratu digna discrepant.

Etiam hic evidenter tres regiones distinguere possunt, cartilago pura (Tab. I. fig. 2. A), cartilago cum incipiente incrustatione (B) et os fere perfecte efformatum (C). In regione prima corpuscula cartilaginea locis ab ossificationis puncto remotissimis sine certo ordine et diversissimis formis praedita altera juxta altera in substantia fundamentali posita sunt (a). Maxima eorum ostendunt diametrum longitudinalem 0,006 l. P., transversum 0,003 l. P. In vicinia marginis ossificationis magnitudo eorum

aucta est, ita ut hic maxima diametrum longitudinale 0,0081 l. P. et transversam 0,007 l. P. praecedant. Ut supra jam commemoravimus, crescentibus corpusculis cartilagineis et quidem praecipue eorum diametro transversa, phaenomena annuliformia in conspectum veniunt, quae quidem, quantum fieri potuit, etiam in icone huic commentationi addita repraesentata sunt. Hic etiam corpusculorum cartilagineorum aggregatio in acervos locum habet, atque in hoc quidem segmento ex columna vertebrali petito illa fore omnia in series longitudinales ordinata sunt (b), quae tam ex corpusculis cartilagineis integris, quam ex cavitatibus cartilagineis in parando segmento contentis suis privatis et propterea tantum lacunas exhibentibus compositae sunt (g). Hi acervi longitudinales median diametrum longitudinale 0,0337 l. P., transversam 0,01785 l. P. ostendunt. Habitus corpusculorum cartilagineorum in serie ejusmodi plane idem est, qui in praeparato, quod prius descripsimus. Hic quoque substantia fundamentalis inter singulos acervos aucta esse videtur, quamquam, si eam metimur, maxima substantiae fundamentalis latitudo inter acervos non major est, quam inter singula corpuscula cartilaginea solitaria. Manifesto autem elucet, quo magis ad os appropinquetur, eo latiore fieri substantiam fundamentalem (e).

In regione *media* (B) hic rursus capsulae osseae conspiciuntur, quarum in icone praeparati electi paucae tantum se ostendunt (f). Secundum mensiones capsularum ossearum in diversis segmentis disquisitis a me institutis maximis est diametrum longitudinalis 0,008 l. P., transversa 0,007 l. P.

In *tertia* (C) et ultima segmenti regione, in qua ossificationis processus jam longius progressus est, statim rursus cava medullaria in conspectum veniunt, quibus substantia fundamentalis interrupta apparet (h). His media longitudo est 0,01377 l. P., latitudo 0,01785 l. P., et singula cava medullaria connexum inter se habent. Limites cavorum medullarium magis minuste sinuosi sunt et lamella ossea, quae splendore lucido insignis est, formantur. In segmentis crassioribus, in quibus haec lamella ossea per se tenuis majorem faciem lucentem offert, vel etiam magis secundum faciem conspiciuntur, limites cavitatis medullaris in forma striae characteristico splendore lucido excellentius apparent. In segmentis tenuibus haec lamella ossea speciem praebet lineamenti tenuissimi distincte denticulati. In lamella ossea non animadvertuntur glomeruli, sed passim in vicinia limitum etiam in conjunctione cum lamella ossea initio globuli solitarii, postea series continuae globulorum (s) apparent, omnino eodem modo, quo in metacarpo, ut supra diximus, se offerunt. Inter capsulas osseas cava medullaria cingentes substantia fundamentalis immutata est (a) et nominatim ejusdem indolis hyalinae, cujus in cartilagine non ossificata est. In ea haud raro corpuscula cartilaginea, pellicae simplicia et immutata observantur, nec non globuli et solitarii et in acervos conflati. Versus os jam efformatum substantiae fundamentalis latitudo minuitur et globuli cum corpusculis radiatis finitiorum cavorum medullarium jam conspiciuntur magnitudine crescentes inter se appropinquant et ad formationem massae osseae compactae coalescunt. Ex mensionibus a me institutis efficitur, maximis globulis esse

diametrum longitudinale 0,0132 l. P., transversam 0,0122 l. P. cum corpusculo radiato praedito diametro longitudinali 0,0056 l. P., transversa 0,00317 l. P. Globulorum parietes 0,00108 l. P. crassi erant.

In praeparato icone nostra repraesentato attentio etiam converienda est ad rationem, quae cavis medullaribus cum acervis corpusculorum cartilagineorum et capsularum ossearum intercedat. Manifesto conititur, hos acervos ex seriebus animadum vicinis cavorum cartilagineorum cum corpusculis cartilagineis partim immutatorum partim in capsulas osseas transformatorum compositos cava medullaria directe attingere, et quidem ita, ut media pars acervi corpusculorum cartilagineorum in spatium internum cavi medullaris modula impletum, partes externae vero acervi in cavi medullaris stratum terminale externum procedant. In aliis segmentis clarius, quam in praeparato icone nostra repraesentato, series capsularum ossearum perspiciebatur.

Segmenta transversa, quae ad illustranda phaenomena in segmentis longitudinalibus observata nobis paravimus, in corporibus vertebrarum nullam differentiam aliquis momenti ostendebant. In illis quoque acervi e seriebus longitudinalibus corpusculorum cartilagineorum compositi et cava medullaria simili modo formata animadvertuntur. Inde concludendum est, corpuscula cartilaginea in acervis ita esse ordinata, ut in segmentis et longitudinalibus et transversis in series congregata appareant. Porro inde elucet, formam corporalem tam acervorum corpusculorum cartilagineorum, quam cavitatum medullarium cum capsulis osseis in universum formae lentis similem esse.

Segmentum e loco, ubi os ischii foetus septem mensium cum osse illi ad formandum acetabulum conferente se conjungit, desumptum
(Tab. I. fig. A).

In osse innominato, ex quo hoc segmentum petatum est, ossa tria ipsum formantia in acetabulo interposita massa cartilaginea adhuc longe distabant. Sectio facta est per marginem ossificationis ossis illi in acetabulo et quidem ita, ut directionem horizontalem sequeretur.

Segmenta ossea ex hac regione sumpta praecipue formis regularibus cavorum medullarium modo formari incipientium insignia sunt. Itaque, ne, quae jam exposita sunt, repetam, quoniam phaenomena hic quoque in rebus summis eadem sint, quae in segmentis metacarpi, potissimum phaenomena ad cava medullaria pertinentia respiciam.

Mensiones in regione ab ossificationis puncto remotissima, ubi corpuscula cartilaginea sine certo ordine substantiae fundamentalis inserta sunt, a me institutae has mensuras praebent: Maximo corpusculo cartilagineo hujus regionis est diametros longitudinalis 0,006 l. P., transversa 0,003 l. P. In vicinia marginis ossificationis maximum corpusculum cartilagineum offert diametrum longitudinalem 0,007 l. P., transversum 0,004 l. P. In acervis etiam hic corpuscula cartilaginea plerumque in series ordinatae apparent. Neque tamen in acervis ex scribis longitudinalibus compositis diametros longitudinalis admodum praevalet, ita ut acervi limitibus magis ellipticis interdum adeo paucis circularibus instructi appareant. Eorum longitudo variat inter 0,00918 et 0,02856 l. P., latitudo inter 0,00765 et 0,02295 l. P.

In regione media segmenti (B), ubi ossificatio incipit, in his praeparatis cava medullaria (l) pulcherrima modo se formantia observantur. Illa in his segmentis plerumque limites fere ellipticos sinuose decurrentes ostendunt, qui interdum etiam magis in longum protracti sunt, interdum ad formam circulearem propius accedunt. Cavitationum medullarum parietes tenuibus lamellis osseis constituuntur, quae prout segmentum tenuius vel crassius est, jam in forma lineamenti tenuis distincti, jam in forma striae characteristico splendore lucido excellenti conspiciuntur. Cum lamella ossea haud raro capsulae osseae (i), quin etiam globuli ossei conjuncti apparent (r). Etiam in substantia fundamentalis hyalina adhuc plane immutata, quae inter cava medullaria porcurrit, capsulae osseae et solitariae et in acervos congregatae, nec non immutatae cavitates cartilagineae cum corpusculis cartilagineis reperiuntur (q). Cavorum medullarum diametros longitudinalis variat inter 0,01453 et 0,0239 l. P., transversa inter 0,0122 et 0,01887 l. P.

Ad hanc regionem mediam numerosis cavis medullaribus se formantibus maxime insignem ea se applicat, in qua ossificatio jam magis progressa est (C). Indoles characteristica etiam hujus regionis est, quod in cavorum medullarum limitibus globuli luculentior animadvertuntur, qui plano ejusdem habitus sunt, cujus in praeparatis jam descripsi. In substantia fundamentalis hyalina inter cavitates medullares interjecta hic non raro glomeruli et solitarii et compositi in conspectum veniunt. Si longius progredieris, interstitia inter cavitates medullares glomerulis inter se confatis cum manifestis corpusculis radiatis occupantur, nec amplius immutata substantia fundamentalis hyalina conspiciuntur. Globulorum diametros longitudinalis variat inter 0,006 et 0,0107 l. P., transversa inter 0,005 et 0,0096 l. P.; corpusculorum radiatorum, quae in globulis insunt, diametros longitudinalis variat inter 0,00255 et 0,00357 l. P., transversa inter 0,0015 et 0,00233 l. P.

In praeparatis directionem contrariam sequentibus, ita ut sectionibus lineae medianae corporis parallelis effecta sint, rationes a modo descriptis non admodum differunt. Itaque necesse est acervos corpusculorum cartilagineorum et cava medullaria formam formae ovatae magis minusve similem ostendere, nisi quod limites semper sinuosi sint.

Segmentum ex nucleo osseo inter ambos condylos epiphysis femoris infantis neonati interfecto petitum (Tab. I. fig. 3).

In infante neonato, qui legitimo graviditatis tempore finito in lucem editus est, ambo condyli ossis femoris adhuc omnino cartilaginei sunt, atque in hac portione cartilaginea inter ambos condylos interjecta, ut satis constat, nucleus osseus porosus magnitudinis lentis parvae situs est, cujus facies lineam horizontalem corporis sequuntur. Sectio ad paranda praeparata jam describenda ad perpendicularum lineae medianae corporis parallela ducta est.

Etiam in hoc segmento sub microscopio observatur, corpuscula cartilaginea locis a nucleo osseo remotioribus solitaria, quo propius ad nucleum osseum accedunt, eo magis paulatim magnitudinem crescere. Maximis corpusculorum cartilagineorum locis a nucleo osseo remotis obviatur est diametros longitudinalis 0,008 l. P., transversa 0,005 l. P., contra maximis eorum, quae in vicinia marginis ossificationis deprehenduntur, diametros longitudinalis 0,0096 l. P., transversa 0,007.

Maxime memorabile in segmentis hujus nuclei ossei est, quod corpusculorum cartilagineorum solitariorum bina quidem vel terni alterum prope alterum collocata sunt, quin etiam interdum plura eorum magis inter se appropinquant, nusquam vero ex illis veri acervi qualescunque componuntur.

In his segmentis regio media, in qua ossificatio incipit, minus evidenter discreta est ab ea, in qua ossificatio jam longius progressa est, et ab ea, in qua illa omnino nondum incipit. Attamen semper in limitibus cavorum medullarum globulis maximo ambitu cinctorum versus cartilagineum nodum ossificationem ea organa, quae incipientem ossificationis processum indicant, mediae cartilagini immutatae inserta apparent. Passim conspiciuntur cava cartilaginea vel solitaria (d), vel bina et etiam plura alterum propius ad alterum adnota (h), stria anularum splendore suo characteristica (i) vel limitibus distincte expressis lineariibus, interdum denticulatis, cincta (h), atque in iis capsula ossea modo orta cognoscitur. Etiam globuli ossei et solitarii (r) et conflati (s, t) undique cartilagine nondum mutata adhuc cincti cernuntur (o). Passim denique in eadem regione cartilago lacunis minoribus vel majoribus plerumque admodum irregulariter formatis perrupta conspiciuntur, quae aut limitibus tenuibus, lineariibus, distincte expressis, denticulatis (m), aut omnino vel ex parte stria illa latiore, splendore lucido characteristico insigni, cinctae (l) et in segmentis crassioribus medulla repletas apparent, quae cavitates medullares modo se formantes esse, concludendum est, et in segmentis crassioribus et medulla in ipsis contenta et nitentibus limitibus anularum facile intelligitur. In segmentis tenuissimis substantia fundamentalis simpliciter perforata esse videtur, et saepe tantum adhibitis magna opera maximeque attentione ex signis supra jam allatis tenuis lamella ossea,

quae jam circa cavitatem medullarem exstat, cognoscitur (m). Mentiones docent, maximis capsulis osseis esse diametrum longitudinalem 0,04 l. P., transversam 0,009 l. P.

Regio, in qua ossificationis processus jam magis progressus est (C), etiam hic rursus cavis medullaribus globulis magis minusve perfecte cinctis (l), quae ab initio adhuc cartilagine innutata sejunguntur (o), et possunt solitarii ponticulis osseis, in quibus globuli conflati localem apparent, insignis est. Cava medullaria saepe inter se conjuncta et forma omnino irregulari praedita longitudinis incertae sunt, et hic saepe jam latitudinem 0,0765 l. P. attingunt. Ceterum in massa cartilaginea majora cava medullaria separante semper denuo minora cava medullaria inveniuntur. Globulorum diametrum longitudinalis variat inter 0,012 et 0,0178 l. P. diametrum transversa inter 0,0107 et 0,0137 l. P. Corpusculorum radiorum, quae in globulis inveniunt, longitudo variat inter 0,003 et 0,0035 l. P., latitudo inter 0,002 et 0,0025 l. P.; media crassitudo parietum globulorum est 0,004 l. P.

In praeparatis, quae sectionibus perpendicularibus lineae medianae parallelis effecta sunt, in rebus summis eadem observantur, quae in segmentis modo descriptis. Itaque, quum cavorum medullarium forma admodum irregularis appareat, difficile est, certam quandam formam universalem eorum constituere. Phaenomena, quae rationem propriam et propriam inter cava cartilaginea cum corpusculis cartilagineis et cava medullaria magna obtinentem indicant, in his praeparatis reperiri non possunt. Minora vero cava medullaria hic, ut in aliis praeparatis, evidenter phaenomena ostendunt, e quibus cava medullaria e cavitatibus cartilagineis oriri concludi possit.

Segmentum e cartilagine thyreoidea partim ossificata, postquam acido muratico imbuta est, sumptum (Tab. II. fig. 1).

Magni momenti sunt disquisitiones cartilaginis thyreoideae ossificari incipientis, quare illae recentioribus temporibus fere a quovis anatomo, qui ossificationis processum accuratius investigavit, commendatae sunt. Neque tamen negligendum est, cartilaginis thyreoideae ossificationem non esse normalem, neque, quod quidem jam sola contemplatio cartilaginis thyreoideae ossificatae diversorum hominum et habitus portionum osseorum unius ejusdemque cartilaginis docet, respectu puncti, unde ossificationis processus incipiat et ad quod progreditur, certam regulam, ut cartilagineas, quae ex norma ossificantur, observare, sed multiplicibus variationibus obnoxiam esse. Itaque haud certo expectari potest, fore, ut in vicinia portionis ossificatae, quae reperta est, alia portio hujus cartilaginis in ossificationis processum intrans deprehendatur.

Jam oculis non armatis facile distinguuntur duae substantiae osseae, quarum altera spongiosa plurimum adipis continet et simul semper praevalet, altera, magis

subalbida apparens, compacta passim in cartilaginis marginibus et in vicinia substantiae spongiosae cartilaginis invenitur.

Segmenta *), quae cartilaginis faciei parallela ex regione parata sunt, in qua substantia spongiosa et substantia compacta finitimae sunt et etiam varii gradus processus ossificationis exhibentur, sub microscopio haec phaenomena offerunt. In segmentis ejusmodi celerissime distinguuntur substantia compacta, substantia spongiosa cum variis gradibus ossificationis in proxima vicinia, si qui adsunt, et cartilago hyalina nondum ossificata.

Cartilago hyalina maxime differt a substantia hyalina cartilaginis, quae ex norma ossificatur. Praecipue in segmentis crassioribus halones lucidi subrotundi vel polygoni, pentagoni vel hexagoni, 0,00153 usque ad 0,00306 l. P. latum animadvertuntur (v), qui in parte sua interna singulos, binos vel ternos acervos corpusculorum cartilagineorum continent (b), quorum minoribus longitudo est 0,01173 l. P., latitudo 0,0102 l. P., majoribus longitudo 0,0255 l. P., latitudo 0,01785 l. P. Inter hos halones lucidos substantia cartilaginis fundamentalis granulosa, ut videtur, fibrosa (x) percurrit, quasi rete macularum subrotundarum vel polygoniarum, in quibus halones siti sunt, formans. Inter alios halones haec massa, ut videtur, fibrosa latior est, inter alios angustior, ad minimam latitudinem reducta. Interdum adeo conspicitur, intra halones inter corpusculorum cartilagineorum acervos similes, quamvis minus insignes tractus, ut videntur, fibrosos permeare, et in halone majore magis minusve obscure halones minores circumscribere (x). Primo aspectu hi halones modo descripti inaguini microscopici cavorum in striata illa substantia fundamentalis contentorum offerre videntur. Haec falsa opinio imprimis probabilis fit, si, quod quidem nominatim in segmentis crassioribus occurrit, halonum limites quasi lineamentis externis accurate distinctis delineati apparent. Si vero microscopii focum quam accuratissime ita collocamus, ut halonum limites versus substantiam striatam sitos bene perspicere possimus, et praecipue tenues portiones marginales praeparati contemplantur, in quibus halones libere jacentes, ex parte aperti, quasi accisi, nunquam vero cava aperta, conspiciuntur: facile nobis persuademus, phaenomena halonum et substantiae inter eos interjectae tantummodo ex diverso habito substantiae fundamentalis cartilaginis hyalinae oriri, quae substantia in vicinia acervorum ex corpusculis cartilagineis compositorum hyalina et omnino pellucida, locis autem striatis in massam, ut videtur, fibrosam transformata est. Num vere fibrae adsint, in dubio mihi relinquendum est; saltem ne in tenuissimis quidem hujus substantiae segmentis, in quibus ejus pelluciditas ita augeatur, ut, nisi adhibita diligentia aliqua, a substantia fundamentalis hyalina distingui nequeat, organa fibrosa certo demonstrari poterunt.

*) Segmenta cartilaginis thyreoideae semper ante investigationem in spiritu vini rectificatissimo sequenda sunt, ut adipe liberentur.

Acervi corpusculorum cartilagineorum in his segmentis cartilaginis faciei parallelis fere semper videntur cavum commune habere, nec tamen difficile est, microscopii foco vario modo collocato, intelligere, singula corpuscula cartilaginea non in eadem planitie sita esse, sed altera alteris imposita observationi microscopicae offerri, ita ut a solvenda questione, nam corpuscula cartilaginea vere in uno cavo sita sint, hic ut in aliis casibus jam commemoratis abstinendum sit. Accuratiorem corpusculorum cartilagineorum descriptionem omitto, quum, quomodo se habeant, satis notum sit. Maximis eorum est diametros longitudinalis 0,0102 l. p., transversa 0,00765 l. p. Praeter hanc substantiam cartilagineam non raro in vicinia substantiae osseae compactae cartilago hyalina cernitur, in qua halones non apparent et corpuscula cartilaginea solitaria vel in acervos aggregata, partim se invicem obtegenda, substantiae fundamentalis hyalinae pelluciditae inserta sunt (y).

Substantia ossea compacta (z) striis parallelis insignita apparet, et, quae quidem huic habitui respondet, structuram pluribus stratis compositam prodit. Si locus observationi objicitur, ut in icone commentationi nostrae addita, ubi in substantia ossea compacta inspissatio adhuc progreditur, versus cartilaginem hyalinam stratum glomerulorum uno vel pluribus corpusculis radiatis instructorum, partim conflatorum, partim adhuc liberorum, vel saltem semiglobosorum, in substantiam fundamentalem hyalinam prominentium animadvertitur (x). Etiam capsulae osseae ejusdem habitus, quem supra descripsimus, cum notis illis lineamentis annuliformibus splendentibus interdum inveniuntur.

Substantia ossea compacta, ubi reperitur, semper substantiam osseam spongiosam directam tangit, sed saepe accidit, ut substantia spongiosa sola dispositioni se offerat vel ad summum limites confatis praetextos habeat. Substantiam osseam compactam liberam, quae nusquam ad substantiam spongiosam se applicaret, neque in tendinibus neque in crassioribus segmentis unquam inveni.

Substantia ossea spongiosa (β) primo aspectu offert speciem retis maculis majoribus vel minoribus formati (z), quae aut vacuae aut cellulis medullaribus (p) repletae sunt. Saepem etiam majores lacunae in substantia spongiosa deprehenduntur, quae non omnino clausae sunt, sed in maculas minores exeunt; quamquam in dubio relinquendum sit, nonne hae lacunae modo artificiali disruptis maculis minoribus ortae sint. In segmentis crassioribus nunquam non fieri videtur, ut passim loco macularum corpuscula obscura, granulosa, subrotunda vel angulosa, maculis magnitudine aequalia, conspiciantur (γ), vel ut macula lamella granulis tenuibus constante expleta (δ) appareat. Etiam fibris ossis spongiosi retis formam referentis passim lamellae latiores angustioresque margine plerumque rupto praeditae adhaerent (η). Accuratiore disquisitione phaenomenorum enarratorum facile cognoscitur peculiaris conditio propriae substantiae osseae spongiosae. Corpuscula illa obscura sunt cellulae clausae, ex substantia ossea formatae, subrotundae vel polygonicae, medulla impletae. Ubi ma-

culae lamella granulosa expletae apparent, cella ex parte aperta et medulla emota est. Ubi tractus retiformes lamellis marginalibus instructi in conspectum veniunt, segmenta tenuia harum capsularum, quibus adhuc particulae parietum abruptae adhaerent, haec phaenomena provocant. Itaque substantia spongiosa habenda est pro systemate cellarum apium favis similium, quarum cava medulla expleta sunt. Hoc cavitarum systema etiam eo apium favis simile est, quod sepla (η) inter singulas cavitates interjecta simplicia sunt, neque suos quodque cavum siliique proprios parietes habet. Lamellae quam tenuissimae sunt, ita ut in specioso segmento transverso ne satis perspicuis quidem lineamentis duplicibus cingantur, attamen granulis minimis, interdum paulo majoribus instructae esse videntur. Vestigium corpusculi cartilaginei aut radiati in his lamellis non cernitur. Plerumque sepla crassiora apparent, quam re vera sunt, quoniam in parando segmento per sectionem margines magis dirumpuntur, quam dissecantur, et praeterea fortasse etiam umbra lamellae facie provocata confert, ut crassiora videntur. Macularum longitudo variat inter 0,00765 et 0,0253 l. p., latitudo inter 0,00642 et 0,02295 l. p.

Restat adhuc, ut ad limites substantiae spongiosae attentionem nostram convertamus. Ad substantiam compactam cellarum parietes tam arcite se applicant, ut inter eos et substantiam osseam compactam, decursum parallelum sequentem, finis certus distingui nequeat, et lamellae sub angulo abeuntes quasi processus substantiae compactae esse videntur. Ubi substantia spongiosa cartilagini hyalinae finitima est, limitibus sinuosis, qui capsulis respondent, instructa est, atque hic lamellae osseae cellarum substantiam hyalinam tangentium distinctis finibus ab hac substantia secerantur. Saepem hic cellae nonnullae substantiae spongiosae, quasi processus massae principalis, per longius spatium in substantiam cartilagineam procurentes cernuntur. In proxima denique vicinia substantiae spongiosae interdum corpuscula solitaria, obscura, subrotunda, granulosa majoribus constantia, deprehenduntur, quae omnino habitum capsulae clausae et medulla impletae substantiae spongiosae cohaerentis ostendant (γ). Corpuscula ejusmodi, quae saepius in segmentis, sectione per cartilaginem crassitudinem ducta effectis, mox describendis animadvertuntur, eo ipso loco sita sunt, ubi in aliis casibus corpusculorum cartilagineorum acervi esse solent. Illa quoque adhuc halonibus cincta sunt et in ambitu interdum juxta has capsulas etiam corpusculum cartilagineum solitarium vel acervus eorum conspiciunt. Haec corpuscula subrotunda magnitudine fere aequalia sunt maximis cavis cartilagineis, et, quod quidem praecipue e segmentis cartilaginis thyroideae postea describendis elucet, cartilagineum, quae ex norma ossificantur, capsulas osseas cellulis medullaribus impletae repraesentant.

Segmentum cartilaginis thyreoideae acido muriatico non imbutae
(Tab. II. fig. 2).

Ut dispositio corpusculorum cartilagineorum in acervis accuratius perspicereetur et cognoscereetur, ad efficienda haec praeparata sectiones per substantiae crassitudinem, margini posteriori parallelas, ductae sunt. Neque substantia ossea spongiosa, neque compacta in his segmentis phaenomena offert, quae ulla re majoris momenti a phaenomenis in segmentis acido muriatico imbutis apparentibus differant. Imago microscopica substantiae dissectae minus perspicua est faciesque obscuras ostendit, atque in substantia ossea notus ille habitus granulosis fortiorque splendor lucidus apparet, quod quidem maximam partem tantum inde pendet, quod solida substantia ossea cultro magis dirumpi, quam acute dissecari potest.

Majoris contra momenti phaenomena praecipue his locis cartilaginis sunt, ubi ossificationis processus incipit. Praeter corpuscula cartilaginea solitaria (d), quae saepius in vicinia substantiae osseae compactae reperiuntur, etiam hic rursus acervi eorum in longum protracti conantur (e). Ili hic quoque halonibus cincti sunt, sed hi halones non ita circumscripti sunt limitibus circularibus vel polygoniis, ut diversae diametri aequales mancant, sed, quod quidem formae acervorum corpusculorum cartilagineorum respondet, semper formis in longum protractis insigues sunt. Horum halonum latitudo variat inter 0,00337 et 0,00561 l. p. Acervi corpusculorum cartilagineorum halonibus inclusi compositi sunt, constant enim singulis acervis simplicibus aliis post alios collocatis (c), qui passim magnitudine magis minusve inter se differunt. Praeterea halones saepe sinus exteriora versus procurentes, singulis acervis minoribus respondentibus, ostendunt, qui nominatim conspiciuntur, ubi hi acervi simplices variae magnitudinis sunt (v). Inter hos sinus exteriora versus procurentes siti sunt alii sinus, qui saepe admodum profunde in interiora halonum descendunt, ita ut acervi simplices alii post alios collocati cum halonibus suis ad formandum acervum conjunctum oblongum cum halone suo quasi paulatim inter se appropinquavisse et se conjunxisse videantur. Haec sententia etiam eo probatur, quod pars substantiae fundamentalis, quae fibrosa esse videtur, inter halones procurentis interduci tractum non admodum perspicuum transverse per acervum compositionem transmittit, coque deos acervos simplices deinceps sequentes sejungit. Praeterea mihi addendum est, corpuscula cartilaginea in singulis acervis simplicibus artissime congregata esse nec raro ex parte altera altoris tegi et fere in una cavitate communi sita esse videri. Attamen jam in segmentis crassioribus praeparatorum per corionem in spiritu vini rectificatissimo adipe liberatorum, microscopii foco varie collocato, cognosci potest, substantiam fundamentalem magis minusve profunde inter corpuscula cartilaginea se insinuare et saepe in forma septi tenuis duo corpuscula cartilaginea

deinceps sequentia separare. In tenuibus autem segmentis et nominatim in praeparati marginibus corpusculorum cartilagineorum acervi ita apparent, ut, quod etiam in icone nostra cernitur, singula lotius acervi corpuscula cartilaginea inter se sejuncta esse luculenter perspicitur.

Habitus halonum et corpusculorum cartilagineorum in segmentis faciei cartilaginis parallelis cum eorundem habitu in segmentis modo descriptis accurate comparatus docet, quia ratione acervi cum halonibus suis in cartilagine thyreoideae dispositi sint. Manifestum est, corpuscula cartilaginea, in acervos simplices conjuncta, in directione diametri per cartilaginis crassitudinem permeantibus alia post alia collocata esse. Itaque in segmentis huic directioni respondentibus corpuscula cartilaginea alia post alia sita conspiciuntur et quidem inserta substantiae fundamentalis hyalinae ipsa cingenti, halones constituenti, et in forma columnarum cum substantiam fundamentalem, quae fibrosa esse videtur, percurrenti. In segmentis faciei cartilaginis parallelis ad speciem nobis paratur in harum columnarum axem, unde plerumque parum clara imago corpusculorum cartilagineorum, quorum alia super alia strata sunt, oritur. Haec columnae, ut supra indicavimus, co ortae esse videntur, quod simplices corpusculorum cartilagineorum acervi cum substantia sua fundamentalis hyalina inter se appropinquaverunt et se conjunxerunt. Praeterea in segmentis faciei parallelis columnae ipsae jam minore jam majore spatio distabant et in communi halone majores halones minores, inter quos substantia fundamentalis fibrosa fere omnino evanuerat, conspiciantur. Hinc concludi potest etiam singulas substantiae fundamentalis hyalinae columnas cum acervis corpusculorum cartilagineorum, quos continent, paulatim evanescente ea parte substantiae fundamentalis, quae fibrosa videtur, inter se appropinquare et in columnas compositas halone communi circumdatas coire.

Praeter cava cartilaginea cum corpusculis cartilagineis, quae supra descripsimus, his locis, ubi ossificationis processus vividior est, alia cava cartilaginea animadvertuntur, in quibus signa incipientis ossificationis apparent. Conspiciuntur enim, ut in icone huic commentationi addita, tractus longitudinales binis, ternis vel etiam quaternis cavis cartilagineis, quae irregulariter alterum juxta alterum collocata sunt, compositi, et circa quodlibet eorum halo, qui granulis parvis (d), lineamentis externis obscuris et distinctis circumscribitur, circiter magnitudine corpusculi molecularis praeditus, formatur, ita ut saepe habitus microscopicus cavorum cartilagineorum cum corpusculis cartilagineis tantum parum perspicue recognooscatur. Interdum etiam unum alterumve cavum cartilagineum, granulis occultatum, anulum splendenter ostendit, qualem in capsulis osseis videmus (u). Num corpuscula cartilaginea in his tractibus oblongis ubique adhuc substantia fundamentalis hyalina interposita inter se disjuncta sint, ut res se habent, difficile est dignoscere. In finibus acervi, ubi nonnulla corpuscula cartilaginea liberius procedunt, atque cartilaginis substantia fundamentalis adhuc inter corpuscula cartilaginea se insinuans cernitur. Utamur res est, comparatio tractus ejusmodi corpusculorum cartilagineorum granulis cincti cum scribis

longitudinalibus corpusculorum cartilagineorum granulis carentium, quae in aliis cavis in substantia fundamentalis reperiuntur, vix ullam dubitationem relinquit, quin corpusculorum cartilagineorum acervi in una serie siti alius proxime ad alium adnoti sint; fortasse adeo ita, ut septa inter singula corpuscula cartilaginea interjecta passim evanescant, et quia simul circa corpuscula cartilaginea halo parvis globulis obscuris compositus existit. Globuli ipsi, quorum modo mentionem fecimus, habita ratione limitum cum adipis globulis confundi possint, atamen eorum lineamenta externa etiam magis obscura sunt, eorumque habitus magis splendet. Quum segmentis in spiritu vini rectificatissimo coelis neque evanescent neque mutantur, substantia adiposa constare nequeunt; contra vero illi adhibito acido muratico evanescent, et propterea in segmentis ex cartilagineo acido muratico inbuta paratis nusquam conspiciuntur. Hinc sequitur, eas utique terram osseam continere. Iam vero quaeritur, utrum pura frustula calcis exhibeant, an incrustationes substantiae fundamentalis in forma parvorum globulorum sint, ergo praeter calcis frustula etiam substantiam fundamentalem cartilaginis contineant. Quum, ubicunque substantia cartilaginea incrustata est, elementis terrenis auxilio acidi muratici extractis substantia cartilaginea antea incrustata omnino non insignis sit habitu granulato, conjici fore possit, frustula calcis se non conjunxisse cum substantia fundamentalis cartilaginis. Saepae etiam haec calcis frustula intra cavum cartilagineum esse videntur. Ubi corpuscula cartilaginea cum his granulorum coronulis conferta alia prope alia et super alia collocata sunt, difficile est cognoscere, utrum hoc vere ita se habeat, an falsa specie decipiamur. Reperiuntur vero praeter tractus oblongos accumulatorum corpusculorum cartilagineorum etiam corpuscula cartilaginea solitaria vel in acervos, qui facile perspicui possint, congregata, quae sub microscopio eundem habitum ostendunt. Ille jam facilius possumus nobis possumus, granula illa tantummodo extra cava cartilaginea sita esse. Omnis vero tollitur dubitatio, si contingit, ut segmenta tenuia cavorum cartilagineorum, qualia in segnentorum marginibus occurrunt, observationi offerantur. In illis enim saepe luculentissime conspicitur, granulorum coronam in proxima cavorum cartilagineorum vicinia decurrere (3).

Si forsitan dubium sit, num granula modo commemorata ad transmutandam cartilagineam in substantiam osseam compactam vel spongiosam directe conferant, in aliis corpusculis in cartilagine obvis hac vis non est negligenda. Non raro enim observantur halones oblongi ejusdem formae, ejusque illi sunt, quos in cartilagine nondum ossificata inveniri supra diximus. Loco cavorum cartilagineorum in illis halonibus contentorum hic animadvertuntur capsulae osseae (n) quasi seriem continuum constituentes prorsus ejusdem habitus, ejusque capsulae substantiae osseae spongiosae, si excipis, quod in singularum capsularum vicinia frustula calcis dispersa apparent (3), atamen plerumque minus frequentia, quam circa corpuscula cartilaginea, quae supra descripsimus. Etiam acervi simplices et capsulae osseae solitariae cernuntur plane ejusdem habitus, ejusque haec organa sunt in cartilaginibus, quae ex

norma ossificantur, et tantum eo insignes, quod in vicinia frustula calcis quamvis hic quoque minus numerosa inveniantur. Annulli splendentes, quibus capsulae osseae circa cava cartilaginea formatae excellunt, tam characteristici sunt, ut per eos capsulae osseae a cavis cartilagineis nondum ossificatis cum contentis ipsorum facile diagnoscantur. Halo quidem calcis frustulis constans, qui capsulam osseam cingit, si frustula illa admodum numerosa sunt, disquisitionem difficultiorem reddit, atamen, foco microscopio assidue mutato, nihilominus capsula ossea formata magifico splendore suo in forma annuli per frustula perluere solet. Semper facile est capsulam osseam ex hoc annulo splendente cognoscere, si in praeparato fortuito persecta explorationi offertur. Si praeparatum modo tenuissimum capsulae osseae segmentum praebet, illa, ut solet, in forma lineae distincte expressae apparet, in ejus vicinia in casu ejusmodi coronulae frustulorum calcis decurrunt. Ubi capsulae osseae in acervos congregatae sunt, capsularum ossearum splendor speculi instar renidens et loca umbrosa inter eas sita inaginem microscopiam ita confundunt, ut annulorum phaenomena magis minusve occultantur (n). Interdum etiam solitaria globuli ossei jam efformati deprehenduntur.

Mensurae partium modo descriptarum cum iis congruunt, quas in segmentis prius descriptis attulimus.

Segmentum e squama ossis occipitis foetus trium mensium cum dimidio (tres pollices cum dimidio longi) desumptum
(Tab. II. fig. 4).

Secundo per mediam protuberantiam occipitalem directione verticali ducta est, ita ut partes squamae protuberantiae proxime adjacentes disquisitioni offerantur. Regio protuberantiae occipitalis ipsius et quae inde ad foramen magnum se extendit, centralem substantiam cartilagineam hyalinam continet; pars squamae supra protuberantiam occipitalem, ut omnia ossa teguntia crani, substantia cartilaginis fibrosae simili constat, quam Reicheri, vir clarissimus, et A. Bidder cartilagineum membranaeae nuncupaverunt. In ossibus parietalibus, osse frontali, aliisque puncta ossificationis jam existerant. In squama quoque ossis occipitis nucleus ossificationis sursum et deorsum se extendens inerat. Squamae portio superior ab inferiori facile defringitur, ita ut ad parandum segmentum squama ex cranio caute desumpta laminae guttae perclae, quam vocant, agglutinanda fuerit.

In segmentis, praecipue kali imbutis, in inferiore portione squamae facile cognoscitur centralis substantia cartilaginea hyalina maximam partem nondum ossificata (a), quae et extus et intus strato corticali tegitur, quod cartilagine membranacea constat (M). Centralis massa cartilaginea hyalina deorsum versus foramen magnum

eximia corpusculorum cartilagineorum parvitate insignis est. Haec attissime confera-
siae certo ordine collocata sunt et diametrum longitudinale 0,0015 l. p., transversum
0,001 l. p. ostendunt. Sursum corpuscula cartilaginea paulatim magnitudine crescent
et in vicinia nuclei ossificationis usque ad diametrum longitudinale 0,007 l. p.,
transversum 0,006 l. p. aucta apparent. Strata corticilia, cartilagine membranacea
constantia, quorum internum (μ) crassius est, quam externum (π), granulata et stris
parum perspicuis, segmenti marginibus parallelis, insignita apparent, et plerumque
demum imbuta kali et aqua iodata postea addita corpuscula cartilaginea parva,
solitaria, ostendunt (χ), quorum pleraque in segmento iconae nostra representato
limitibus oblongo-ovatis circumdata sunt. Minimis eorum est diametrum longitudinalis
0,0025 l. p., transversa 0,0015 l. p.; maximis diametrum longitudinalis 0,004 l. p.,
transversa 0,0025 l. p. Quanquam primo aspectu centralis substantia cartilaginea
hyalina habitu microscopico substantiae suae fundamentalis a cartilagine strato
corticali maxime differt, tamen e segmentis tenuibus cognoscitur, utriusque substantiam
fundamentalem omnino continuo alteram in alteram transire, et alterius corpuscula
cartilaginea alterius ita attingere, ut transitus evidenter perspicitur.

Si ad superiorem portionem segmenti progredimur, in regione protuberantiae
occipitalis eum locum offendimus, ubi squamae pars antea cartilaginea hyalina constans
jam ossificata est (C). Si ossificatio, ut in praeparato nostro, jam paulo magis
progressa est, in parte media hujus loci cavum medullare (f) marginibus ossis
denticulatis et sinuosis cinctum inveniri solet, quod non raro nominatim in parte
inferiore nonnullis lamellis inferiora versus procurrentibus loculatum apparet (τ). A
parte superiori, exteriori et interiore illud strato magis minusve crasso substantiae
osseae compactae (z), corpusculis radiatis (ν) insignitae, finitum est; infra conspicitur
substantia cartilaginea finitima, quae modo ossificatur (B). Haec posterior portio
viciniae cavi medullaris, si minus accurate consideratur, habitu microscopico cum
cartilagine finitima adhuc admodum congruit, nam tantummodo cava cartilaginea cum
contentis suis majora facta esse videntur. Diligentior tamen inspectio docet, capsulas
osseas (j) circa ea jam ortas esse, quae quidem characteristicis limitibus ananillo-
formibus splendebant manifestantur. Praeterea etiam singularum capsularum magnitudo
major apparet, quam cavorum cartilagineorum nondum molatorum. Denique animal-
verituti cava cartilaginea cavitatibus medullaribus proxima non corpuscula cartilaginea
continere, sed substantiam magis granulatum, quod quidem semper ita se habere
soleret, ubi cavi cartilaginei contentum in medullam transformatum est. Haec capsulae
osseae adhuc tenere et sine ullo ordine, ut cava cartilaginea ipsa, aliae juxta alias
et supra alias sitae sunt, et praeterea inter capsularum ossearum annulos adhuc
substantia fundamentalis hyalina immutata reperitur. Versus cavum medullare tamen
haec omnino evanuisse et capsulae osseae ita se invicem tangere videntur, ut systema
cavorum osseorum apium favis simile iis formetur. Ex his locis nonnullae lamellae
in cavata medullare procurrunt (π) et in segmentis saepe speciem laciniarum retis

dirupti exhibent, quod nihil aliud existimandum est, quam segmentum tenue cellulosi
systematis ossi ex parte destructi. Ubi haec substantia ossa spongiosa, quae, ut
ita dicam, in formatione ipsa versatur, stratum osseum compactum tangit, habitus
ejus alius est. Hic enim capsulae osseae minores sunt, plerumque corpusculum
cartilagineum raridum continent, et inter se conflatae sunt; massa ossa vero ex
his coactis capsulis ossis oria in substantiam fundamentalem massae compactae
directe continuatur (B). Cava ejus forma sua habitui corpusculorum radiatorum eo
similiora fiunt, quae propria sunt substantiae osseae compactae. Si inter has capsulas
osseas jam inspissatas adhuc cartilagine substantiam fundamentalem hyalina immutata
resteret, illae etiam hic eo loco, ubi transiunt in stratum corticale ossis fit, in forma
globulorum osseorum appaerent.

Ambo strata ossea compacta (z) cavitatem medullarem utrinque includentia in
tractu angusto jam in lateribus modo descriptae partis cartilagineae hyalinae ossificari
incipientis initium capiunt, et supra cavitatem medullarem, postquam se conjunxerunt
eamque clauserunt, plerumque per tenuem lamellam osseam compactam cohaerent cum
locis ossis, quae in squamis membranaceo-cartilagineis supra protuberantiam occipi-
talem inveniuntur. Ex faciebus ad spatii medullaris cava conversis lamellae nonnullae
procurrunt, quibus efficitur, ut cavitatis medullaris limites proximi denticulati et sinuosi
appaerant (τ). Prope facies hujus strati cartilaginei a cavo medullari aversas, et
quidem in majore crassitudine prope internum stratum osseum, stratum corticale
nondum ossificatum substantiae fundamentalis cartilagineae squamae decurrit, cujus
habitus microscopicus in segmentis cum habitu strati corticalis supra descripti, quod
in inferiore squamae portione reperitur, omnino congruit. Limites inter compactam
substantiam osseam et hoc stratum corticale in segmentis crassioribus quidem
conditione ossis satis manifesto indicantur, attamen in segmentis tenuibus alteram
substantiam paulatim in alteram transire videmus, quae transeundi ratio praecipue
eo adducitur, quod non solum utriusque partis substantia fundamentalis deficientibus
limitibus distincte perspicuis altera in alteram transit, sed etiam corpuscula cartilaginea
substantiae corticalis in vicinia compactae substantiae osseae magnitudine et splendore
prae ceteris corpusculis cartilagineis excolunt (ν).

In squamae portione membranaceo-cartilaginea, ut in aliis cranii ossibus,
ossificatio retis speciem praebet, quanquam etiam nonnulla loca ossificata solitaria
neque jam ad formandum rete usurpata observantur. In squama hic nucleus ossi-
ficationis retiformis, vel saltem nonnulla loca ejus in vicinia, ut jam commemoravimus,
semper cum compactis stratis ossis in protuberantia occipitali continuo cohaerent.
In segmentis ita paratis, ut quae a nobis disquisita sunt, initia ossis fere in media
parte substantiae fundamentalis membranaceo-cartilagineae orta esse videmus. Plerum-
que haec initia in forma compactarum massarum ossearum ovatarum apparent, quae
aut sine ulla conjunctione alterae alteras sequuntur, aut angustis stris ossis inter se
conjunctae sunt. Prope protuberantiam occipitalem ejusmodi insulae osseae vel per

ipsam vel per ejusmodi striam osseam intime conjuncta est cum compacto strato osseo, quod cavitatis medullaris limites efficit. Porio cartilaginea membranacea nondum ossificata inter insulas osseas se insinuat et sine intermissione in strata corticalia inferioris squamae portionis cartilagineae hyalinae continuatur. Habitus microscopicus horum duorum organorum plane idem est. Progredientem ossificationis processum in hac regione difficile est certo persequi, nisi quod observatur in segmentis tenuibus, in vicinia loci ossificati substantiam ossificatam paulatim, ita ut transitus accurate perspicere nequeat, in cartilaginea membranaceam non ossificatam transire, et perindeque, ut in superficie substantiae compactae, in vicinia cavitatis medullaris modo descriptae corpuscula cartilaginea proxima magnitudine et splendore excellere (Y).

Segmentum transversum ex diaphysi ossis tubulosi acido muratico imbuti infantis neonati desumptum (Tab. II. fig. 3).

Segmentum ex strato corticali ossis petitum est. Segmentum transversum elegimus, quoniam in illo nonnulla phaenomena apparent, quae in segmento longitudinali difficile et saepe omnino non conspiciuntur.

In ipsa superficie praeparatum segmentum periostei ostendit (P). Deinde sequitur stratum multo tenuius substantia constans, quae in osse exculto deest et cartilagini membranaceae ossium crani simillima est, quapropter cum hic quoque substantiam fundamentalem membranaceo-cartilagineam strati corticalis ossis appello (M). Tum sequitur segmentum strati corticalis ex parte jam plane efformati ossis tubulosi (O).

Periosteum maximam partem tela conjunctiva constat; numerosae lamellae telae elasticae ita percurrunt, ut lamellae in diversis stratis inter se conjunguntur et liberam elasticorum tractus axi longitudinales ossis paralleli decurrant (Y).

Substantia membranaceo-cartilaginea nondum ossificata (M), ut jam commemoravimus, a cartilagine membranacea ossium crani textura sua vix differt, nisi quod substantia fundamentalis paulo manifeste striata apparere videtur. Corpuscula cartilaginea, praeparato kali imbuta et aqua jodata postea addita, praesertim in segmentis tenuibus clarius conspiciuntur. Versus periosteum illa in his segmentis in longum protracta, fusiformia, interdum paululum denticulata apparent; versus substantiam osseam nonnulla eorum magnitudine et splendore excellunt. Tam versus periosteum quam versus substantiam osseam in segmentis crassioribus singularum partium limites satis distincte expressi cernuntur, contra in segmentis tenuibus versus utramque partem limites tam obscuri sunt, ut interdum constitui prorsus non possint. Nominatim etiam versus os eadem ratio invenitur inter cartilagineum membranaceum et substantiam osseam, quam supra

in squama ossis occipitis descripsimus. Corpusculorum cartilagineorum diametros longitudinalis variat inter 0,0025 et 0,0045 l. P., transversa inter 0,0015 et 0,003 l. P.

Facere non possum, quin praeterea nonnulla illa phaenomena in fibulis inter stratum corticale membranaceo-cartilagineum et substantiam osseam obvia hic commemorem. Raro sequentium transversum observationi offertur, in quo non stratum corticale membranaceo-cartilagineum per processum angustiorum vel latiorum directe et continuo magis minusve longe in substantiam osseam procurrat (M'). In limitibus processus ejusmodi aut stratum corticale continuo et directe ad substantiam osseam se applicat, ut plerumque reliquis locis fit, ubi cartilago membranacea cum substantia ossea se conjungit, aut inter substantiam osseam et partem vix mutatam processus cartilaginis membranaceae interstitium (α) animadvertitur, quod septis transversis (β) in parvas cellas divisum apparat. Maximis harum cellarum est longitudo 0,017 l. P., latitudo 0,0102 l. P. Septa singulas cellas separantia ab altera parte continuo cum substantia ossea cohaerent, et ubi incipiunt, habitu suo microscopico a substantia fundamentalis ossis non differunt, ab altera parte continuo in substantiam fundamentalem cartilaginis membranaceae transeunt et saepe splendore et lineamentis externis, qualia in tenuibus lamellis osseis cernuntur, excellunt. Ex consideratione segmentorum crassiorum intelligitur, hoc interstitium septis divisum nihil esse, nisi segmentum tenue systematis vacuolorum inter processum cartilaginis membranaceae et substantiam osseam interjecti, cujus singulae capsulae saepe massa granulata repletae sunt; quae tamen massa in his elementa cujus naturae sit, in segmentis hujusmodi accuratius defini non potest. Interdum etiam aliis locis, ubi cartilago membranacea substantiam osseam attingit, vacuola similia inveniuntur, regionique speciem praebent, quasi stratum cartilagineum et stratum osseum alterum ab altero secesserint, sed lamellis intermediis adhuc in connexu teneantur. Celorum ejusmodi secessionis ambarum substantiarum in segmentis huiusmodi raro deprehenduntur, et si segmentum paulo crassius factum est, praeterea aliud phaenomenon loco, ubi altera substantiam alteram tangit, observandi occasio saepe praebet. Videmus enim, faciem ossis liberam factam nequaquam omnino planam, sed parvis prominentiis, quasi collulis, instructam esse (Y). In aliis praeparatis has inaequalitates saepe frustra quaesivi, et ossis lineamenta externa decursum omnino aequalem et planum sequi videntur.

Stratum corticale ossis jam ossificatum (O) in universum habitum microscopium satis notum prae se fert, quem tenuia frustula ossea ossium hujus regionis jam excultorum ostendere solent. Conspiciuntur enim lumina canaliculorum Haversii jam transverse jam oblique dissectorum, itemque passim etiam tractus canaliculorum ipsorum (δ). Cava canaliculorum Haversii aut vacua sunt, aut contentis granulosis repleta, aut denique, quod quidem nominatim in vicinia strati corticalis nondum ossificati observatur, lamellis (α) in cellas divisa apparent (ϵ). Lamellae ex substantia ossea prodeunt et plane eundem habitum microscopium ostendunt, quem in parietibus vacuolorum juxta processum cartilaginis membranaceae in substantiam osseam procurrentes obviorem videmus

et supra descripsimus. In cavo canaliculi Haversii tres quatuorve cellas ejusmodi lamellis formatas Emitibusque plerumque subrotundo-angulatis instructas observavi. Si segmentum crassius factum est, imago microscopica, quod quidem maxime delendum est, contentis obscuris, granulosis, ita turbatur, ut de his cavis secundariis cavi primarii nihil certi odici possit: attamen eorum similitudo cum segmentis vasculorum prope processus cartilagineis membranaceae obivorum probabile reddit, hic capsulas similes observationi offerri. In proxima vicinia canaliculorum Haversii concentrica dispositio substantiae osseae evidenter apparet.

Multo tamen majoris momenti aliud phaenomenon nobis esse videtur. Animadvertitur enim aliquo intervallo a lamine canaliculorum Haversii, et aliis quoque locis compactae substantiae osseae, ut in vicinia marginis liberi, tractus striarum obscuri undulatum decurrentes (λ). Saepe hae lineae in lamellis fere concentricis circa canaliculos Haversii circumcunt. Aliquo intervallo, ubi paralleli sunt margini faciei liberae strati corticalis ossis, irregulariter per substantiam osseam percurrere videntur, quae inter lamellas canaliculorum Haversii reperitur, nec vero jam structuram lamellosam ostendit. Substantia ossea his locis, ubi hi obscuri striarum tractus inveniuntur, adhuc conjuncta, et lineae obscurae umbrac massae osseae in fissura cavitatis necdum omnino conflatae esse videntur. Interdum etiam fissura paulo latior est et lacuna angusta inter substantiam osseam manifeste cognoscitur. Ambae massae osseae in fissura se invicem tangentes lineamentis externis decursu obscurorum tractuum striarum respondentibus instructae sunt, ita quidem, ut sinus alterius massae osseae prominentiae globosae exstantes alterius massae oppositae excipiant. In prominentiis semiglobosis singula vel interdum etiam plura corpuscula radiata inveniuntur (μ).

Quid tractus striarum obscuri modo commemorati et habitus massae osseae in eorum vicinia significent, melius intelligitur, si attentionem nostram in certa quaedam loca substantiae osseae inter Haversii canaliculorum lamellas concentricas sita convertimus, ubi substantia ossea secundum primum aspectum lacunas irregulares ostendere videtur. Loca ejusmodi in segmentis transversis ossium tubulosorum sapientissime animadvertuntur (ζ). Eorum latitudo variat inter 0,00204 et 0,01179 l.p. Illa formae sunt maxime variabiles, modo enim in longum protracta, modo in spatium minimum reducta apparent. Semper vero observatur, substantiam osseam has lacunas, quae videntur, diagonalem marginibus sinibus convexis praeditis instructam esse, sive, ut aliis verbis utar, substantiam osseam prominentiis minoribus vel majoribus versus spatium cavum semiglobosum procedere. Quicunque descriptiones hucusque a nobis propositas attento animo legerit et consideraverit, eum fugere non poterit, has prominentiae semiglobosae globulis sive glomerulis ossis supra a nobis descriptis omni ratione aequales esse (δ). Eorum diametros longitudinalis inter 0,0102 et 0,0153 l.p., transversa inter 0,00867 et 0,01275 l.p. variat. Similitudo harum prominentiarum cum glomerulis illis etiam magis manifesta fit, si jam cognoscimus, has lacunas re vera tantum speciosas osse et aqua jodata adhibita animadverti posse, eas substantia car-

tilagina omnino esse impletas. Quum evidenter eluceat, his esse similem habitum cum *spatiis interglobularibus* in substantia eburnea obvis, quae Czermak (Zeitsch. für wiss. Zool. Vol. II. fasc. IV. p. 310) nuper accuratus descripsit, eodem nomine eas nuncupabimus. Decursus horum spatiorum interglobularium, si ea per majorem longitudinem persequi possumus, ei omnino similis est, quem tractus striarum obscuri undulatum decurrentes supra descripti sequuntur, nec fugere nos potest, hos tractus tantummodo eo existisse, quod massae osseae spatium interglobulare ejusmodi includentes paucis omnino altera ad alteram appropinquaverint. Formae intermediae satis crebro inveniuntur. Interdum etiam massa ossea in vicinia horum spatiorum interglobularium tractui corpusculorum cartilagineorum respondenti dispersa apparet. Aliquoties etiam observavi, in medio spatii interglobulari lato massam osseam subrotundam, solitariam, duobus vel tribus corpusculis radiatis praeditam inesse (ι). Massa ossea ejusmodi prorsus aequalis est glomerulo composito, ex aervo corpusculorum cartilagineorum orto, quem supra descripsimus. Prominentiae subglobosae in spatiis interglobularibus saepius plura corpuscula radiata continent.

Conclusiones ex observationibus deductae.

In priorie parie hujus commentationis enarravi, quae in segmentis ex his locis cartilagineis, quae in vicinia puncti ossificationis sunt, ratione supra descripta paratis auxilio microscopii observari possint. Haec segmenta ex diversissimis ossibus hominum et mammalium petita erant, sed nihilominus in re summa ubique eadem phaenomena, etsi vario modo expressa nec semper pariter perspicua, animadvertabantur. Supra jam commemoravimus loca ossium, quae Meyer in commentatione sua de cartilagine ejusque ossificatione (Möller's Archiv 1849. pag. 292. sqq.) et Koelliker (Mikroskopische Anatomie 1850. Vol. II. pag. 362) investigando ossificationis processui aptissima esse declaraverunt. Koelliker praeterea imprimis puncta insertiois quorundam tendinum cartilagineorum commendavit. Quod tamen ad tendines hujusmodi attinet, equidem hucusque nullum locum eorum institutionis disquisitioni aptum invenire potui. Ut jam diximus, ubique ea loca, in quibus substantia fundamentalis cartilagineis vel telae conjunctivae ossificari incipientis striata fit, ergo corpuscula cartilaginea hac substantia fundamentalis conditione magis minusve occultantur, investigationi institutionis minime apta fuerunt. Imprimis segmenta metatarsi, metacarpi et phalangum digitorum manus et pedis, item segmenta ex marginibus ossificationis ossium pedis in symphysis ossium pubis et acetabulo concurrentium desumpta, denique nucleum osseum inter condylos ossis femoris propter corpuscula cartilaginea minus conferta ad disquisitionem aptissima inveni. Ut ex observationibus enarratis et iconibus adjectis eluceat, in ossibus aliis alia phaenomena processus ossificationis luculentius

expressa sunt; v. c. formatio substantiae spongiosae optime cognoscitur ex disquisitione cartilaginis thyroideae, quamquam in universum ossificationis processus in hac cartilagine satis irregulariter progreditur. Segmenta longitudinalia ex finibus diaphysis ossium tubulorum in ossificatione procedentibus petita, quae ab huius rei perscrutatoribus ad explicandam ossificationis processum saepissime adhibita sunt, habitu suo microscopico non multum differunt a segmentis e corpore vertebrae ossificari incipientem desumpta, quae a nobis descripta sunt; quomolens necessarium non esse duxi, separatam iconem et descriptionem eorum commentationi meae adijcere.

Quae in disquisitionibus meis observata et inventa sunt, jam quatuor rationes respiciens explanare studebo. Haec exponam:

- I. de mutationibus ipsius substantiae cartilagineae ossificari incipientis;
- II. de phaenomenis incrustationibus incipientibus conspicuis (formatione capsularum ossearum); habita ratione mutationis cartilaginis in illa regione;
- III. qua ratione processus ossificationis longius progrediatur et formationem cavorum modularum globulorumque sive glomerulorum cum corpusculis radiatis adducat;
- IV. quonam modo denique substantia ossea et spongiosa et compacta formetur.

I. Mutationes substantiae cartilagineae ossificari incipientis.

a) Cartilago hyalina.

Omnes anatomi consentiunt, hyalinam substantiam cartilagineam, antequam ipsius ossificatio incipiat, duo phaenomena ostendere, corpuscula enim cartilaginea partim magnitudine admodum crescere, partim in acervos congregari. Priusquam de his phaenomenis accuratius disseram, necesse est, sententiam meam de corpusculorum cartilagineorum habitu praenuntiam. Distinguo autem in corpusculis cartilagineis cava in substantia fundamentali, quae semper *cava cartilaginea* sive *cavitate cartilagineae* appello, et contenta eorum sive *corpuscula cartilaginea* ipsa. Ubi nullius momenti est, utrum haec duo partes distinguantur, necne, hoc posteriore nomine etiam utramque partem nuncupo. Equidem non magis, quam Bergmann (l. l. pag. 37), circa corpuscula cartilaginea parietes inspissatos (membranas cellularem inspissatam scriptorum), quibus fines inter illa et substantiam fundamentalem consisti dicuntur, cognoscere potui. Arbitror potius, notum illud phaenomenon annuliforme circa corpuscula cartilaginea esse phaenomenon opticum, quod in aliis casibus efficiatur facibus cavitate concavis speculi instar splendentibus, in aliis fortasse etiam facibus convexis corpusculorum cartilagineorum lucem frangentibus, in aliis denique duplicibus speciosis vel etiam veris lineamentis diversae amplitudinis segmentorum unius ejusdemque cavi cartilaginei, quae in imagine microscopica speciem praebent, quasi in una eademque planitie sita sint, et observatores ad concipiendam opinionem induxisse videantur, segmenta mem-

brarum cellularium crassitudine sua annuli latitudini respondentium animadverti. Si segmentum cartilaginis hyalinae admodum tenue evasis, ut supra jam diximus, certissime cognoscitur, phaenomena annuliformia circa cavitates cartilagineas evanuisse, quamquam praeter corpuscula cartilaginea nihil ex iis annotum sit. Circa ipsa corpuscula cartilaginea libera semper desunt phaenomena annuliformia, exceptis iis casibus, in quibus, ut in cartilagine thyroidea, massa nucleum cogens magna consistentia gaudet, et imago optica hujus massae nucleum includentis in forma annuli apparet. Facere non potui, quin hoc loco haec praemonerem, quum etiam in contemplantio et describendo processu ossificationis magis provento nullum phaenomenon cognoverim, quod ejusmodi strata parietes peculiare circa cava cartilaginea constituta (membranas cellulares inspissatas) indicaret, et propterea postea nusquam eorum mentionem fecerim. In contento cavi cartilaginei, sive ipso corpusculo cartilagineo, tantum nucleum et massam eum involventem cingentemque, magis minusve pellucidam, granulatum, distinguere possum, quamquam negare non ausim, in hac massa nucleum involvente membranas exstare posse.

Quod jam ad corpusculorum cartilagineorum *incrementum* attinet, mensuram definire difficile est, quum corpuscula cartilaginea diversis formis praedita et praeterea etiam habita ratione observatoris vario situ collocata sint, ita ut nunquam certo affirmare possis, diametros veras justasque in mensionibus respectas esse. Haec causa esse videtur, cur huius rei perscrutatores plerumque hic a mensionibus abstinerint. Bidder, vir clarissimus, refert, diametrum corpusculorum cartilagineorum, quum antea 0,0004 l. p. sit, ad 0,0044 l. p. et quod excurrit crescere, maximas tamen diametros mensus, est in cavis cartilagineis, quae ex conflatione plurium cavorum orta esse ipse arbitratur (Zur Histogenese der Knochen. Müller's Archiv. 1843. pag. 382). Equidem ubique in diversis regionibus corpusculorum cartilagineorum magnitudinem mensus sum. Ex mensuris segmentorum descriptioni a me adjectis intelligitur, si maximarum diametrorum longitudinalium et transversarum ratio habeatur, maximas diametros longitudinales in universum 0,002 l. p., maximas diametros transversas 0,003 l. p. et quod excurrit angere. Attamen propter causas, quarum supra mentionem feci, mensionibus haud multum auctoritatis tribuendum est. Nec tamen facere possum, quin commemorarem observationem ex his mensionibus redundantem. Si enim omnium maximae diametri longitudinales et transversae singulorum corpusculorum cartilagineorum longe ab ossificationis margine distantium et proximè ab eo sitorum inter se comparantur, claret, ubique in corpusculorum cartilagineorum augmento minorem diametrum transversum pro rata parte plus crescere, quam diametrum longitudinale. Hinc concludendum est, crescentem corpusculorum cartilagineorum magnitudinem, etiam formam eorum paululum metari, ita quidem, ut, dum crescant, simul crassiora et ampliora fiant, ergo plerumque, quum primarie formam lentis vel segmenta ejus ostendant, jam formae globi vel segmentis ejus similiora evadant.

Alterum phaenomenon, ejus omnes viri docti, qui hanc rem perscrutati sunt,

in mutatione cartilaginis ossificari incipientis mentionem faciunt, id est, quod corpuscula cartilaginea in *acervos* aggregantur.

Jam Valentina de venusta dispositione corpusculorum primariorum substantiae pellucidae inspersorum, quae quidem corpuscula nihil aliud esse possunt, quam corpuscula cartilaginea, et de transitu eorum in substantiam osscam loquitur (Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Berlin 1835. pag. 260).

Miescher corpusculorum cartilagineorum dispositionem in acervos clare observavit (De inflammatione ossium coramque anatome generali. Berolini 1836. pag. 17 et 21). Idem Meckauer vidit, qui praeterea dicit, acervos lineamentis rotundis et ovatis inclusos esse (De penitiori cartilagineum structura symbolae. Vratislaviae 1836. pag. 3 et 12).

Detecta cellula organica elementari, anatomici ad eam quoque questionem, qua ratione acervi corpusculorum cartilagineorum oriententur, attentionem suam adverterunt.

Schwann in dubio reliquit, utrum corpuscula cartilaginea in acervos congregata evolutione cujusvis cellularum acervi in cellula materna, an irregulari inspissatione parietum cellularum in varias partes producantur, an denique substantia intercellularis aliquam partem majoris momenti in hoc processu habeat (Mikroskopische Untersuchungen. Berlin 1839. p. 30). Ex ejusdem viri sententia in cartilaginibus permanentibus substantia fundamentalis ex coailu membranarum cellularium inspissatarum adjuvante vel non adjuvante substantia intercellulari oritur, in iis vero cartilaginibus, quae postea ossificantur, substantia *fundamentalis cartilaginea praecipue ex substantia intercellulari formata est* (l. c. pag. 37), ita ut in his cartilaginibus tantummodo hypothesis restet, corpusculorum cartilagineorum dispositionem in acervos formatione cellularum maternarum vel adjuvante substantia intercellulari effici. Attamen Schwann proclivis est ad credendum, in cartilagine acuum branchiarum et ossium cranii larvarum raram diversam evolutionem substantiae intercellularis inter cellulas non esse causam irregularis distributionis corpusculorum cartilagineorum (l. c. pag. 21).

Gorber sententiam proferit, ubi ossificatio incipit, cellularum acervos arctius confertos esse et magis magisque perspicue linea subtili includi, quae quidem linea probabiliter cellulam maternam, cartilagine in focu oriente formatam, intra quam ad cartilagineam amplificandam cellulae secundariae paulatim ortae sint, indicet (Handbuch der allgemeinen Anatomie. Bern, Chur und Leipzig 1840. pag. 104).

Hentle arbitratur, phaenomena ad cellularum acervos pertinentia vario modo explicari posse. Statui enim posse, binas usque ad quaternas cellulas secundarias in cellula materna generatas paulatim cum explere et depellere sive juris fieri, deinde vero strias substantiae intercellularis inter eas existere, etc. (l. c. pag. 805). Sed etiam plane contrario modo processum perici posse; fieri enim posse, ut pons angustus substantiae intercellularis inter binas cellulas resorbatur, cellulae se invicem tangant, etc. Denique eam quoque conjecturam proponi posse, prorsus nullam rationem obtinere inter cellularum dispositionem in acervos et formationem cellularum endoge-

nam, et cellulas secundarias, si quae formentur, in cellulis suis maternis oriri et nullo relicto effectu rursus evanescere (l. c. pag. 806). Postea tamen in sententia acquiescit, nonnulla corpuscula cartilaginea se extendere, in parte sua interna novas cellulas generare et coailu in systema tubulorum (tubulorum medullarum) transire, reliqua vero in intervallis sita inspissari, corpusculorum radiatorem formationem provocare et cum substantia intercellulari coalescere. Praeterea ille affirmat, membranam cellulae maternae interdum circa acervum diagnosi posse (l. c. pag. 836).

Arnold dicit, simulatque ossificatio incipit, substantiam fundamentalem antea granulatam fibrosam fieri (Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg 1844. Vol. I. pag. 232); corpusculorum cartilagineorum acervos magis minus regulariter in series dispositos esse, quare facies rumpendo effecta secundum certas quaedam directiones fibrosa et lamellosa apparet (l. c. pag. 233). In iconibus suis idem auctor corpuscula omnino libera, in cavitate communi sita, repraesentavit (Tab. III. 8).

J. Tomes mentionem non facit cellularum maternarum, sed affirmat, quilibet cellulam cartilagineam parietibus inclusam et ab aliis interposita substantia fundamentalis evidentiter separatam, substantiam autem fundamentalem inter corpusculorum cartilagineorum columnas sitam auctam esse (The Cyclopaedia of Anatomy and Physiology edited by Robert C. Todd. London 1847. Vol. III. pag. 855).

Hassall quoque censet, singula corpuscula cartilaginea in acervis portionibus interjectae substantiae intercellularis separata esse (The microscopic Anatomy of the human body. London 1849. Vol. I. pag. 306).

Il. Meyer (l. c. pag. 317 sqq.) et Koelliker (l. c. pag. 354) constare arbitrantur, corpusculorum cartilagineorum dispositionem et in series et circa centrum formatione cellularum endogena effici, prout singulae binae cellulae recens formatae aut aliae postea alias collocantur, aut circa centrum ordinantur. „Die ursprünglichen Zellen (ersten Mutterzellen), Koelliker inquit (l. c. pag. 356), gehen bei diesen Vorgängen durch Verschmelzung ihrer Wände mit der Knorpelgrundsubstanz bald als besondere Gebilde unter, bald nicht, und dasselbe gilt auch von denen der späteren Generationen. Bei den ründlichen Zellenhaufen, ist, da sie kleiner sind, gewöhnlich letzteres der Fall und erkennt man meist um dieselben herum noch eine Contour, die nichts anderes als die ausgedehnte Wand der ersten Zelle ist, wozu bei den Zellenreihen die Wände der ursprünglichen Zellen meist bis zum Unkenntlichen mit der intercellulärsubstanz verbunden sind.“

Bergmann (l. c. pag. 47) disquisitionibus suis de mutationibus in substantia cartilaginea a prima origine ipsius usque ad statum plane exultum obvis probatum esse arbitratur, corpusculorum cartilagineorum acervos eo effici, quod substantia fundamentalis passim ab altera parte dominatur, ab altera angustatur.

Satis constat, corpusculorum cartilagineorum dispositionem in acervos etiam in iis cartilaginibus inveniri, quae permanentibus adnumerentur; itaque in dubium vocari possit, num corpusculorum cartilagineorum dispositio in acervos ad seriem mutationum

in cartilagine, quae ossificetur, apparentium pertineat. Attamen si praeparata diversarum cartilaginum ossificari incipientium inter se comparantur, semper, quod quidem jam pridem ab hujus rei persecutoribus commemoratum est, animadvertitur, corpuscula cartilaginea ab ossificationis nucleo majore intervallo distantia magis solitaria esse, in ejus vicinia vero evidentiter in acervos congregata. Una tantum exceptio hucusque mihi innotuit, quae prope marginem ossificationis nuclei ossei inter condylos ossis femoris observatur, quo loco minores quidem acerviuli binorum vel ternorum corpusculorum cartilagineorum et adeo minor quaedam appropinquatio horum acervulorum et solitariorum corpusculorum cartilagineorum inter se animadvertuntur, nec vero distincta corpusculorum cartilagineorum dispositio in acervos conspiciuntur. Haec exceptio quidem demonstrat, corpusculorum cartilagineorum aggregationem in acervos non esse mutationem ad absolvendum ossificationis processum omnino necessariam, idque eo evidens, quod os femoris efformatum nulla re alicujus momenti in habitu suo differt ab aliis ossibus, quae ex cartilaginibus, in quibus corpusculorum cartilagineorum dispositio in acervos inter ossificationis processum observatur, prodierunt. Nihilominus corpusculorum cartilagineorum aggregatio in acervos, ubi reperitur, tam manifesta est evidens est, ut eam negligere omnino non liceat. Ubi de propeiore stadio processus ossificationis loquimur, occasio nobis dabitur exponendi, quatenam rationes huic corpusculorum cartilagineorum dispositioni in acervos cum ossificationis processu intercedant. Hic non praetermittendum esse putavimus, quin corpusculorum cartilagineorum aggregationem in acervos tanquam fere constantem mutationem substantiae cartilagineae ossificationis processum subeuntis commemoraremus. Animadvertitur vero, corpuscula cartilaginea in plerisque casibus ita ordinata apparere, ut plerumque in series longitudinales breviores longioresve singula vel bina vel tera, alternatibus passim corpusculis cartilagineis solitariis, aggregata sint. Interdum corpuscula cartilaginea etiam circa centrum congregata conspiciuntur, sed rarius, et saepe elucet, hoc phaenomenon eo provocari, quod plura corpuscula cartilaginea in series longitudinales aggregata sectione transversa dissecta sunt. Ut supra vidimus (comparat Tab. I. fig. IV), ejusmodi segmenta transversa vestigia aggregationis corpusculorum cartilagineorum in series ostendunt, modo manifestum est, corpuscula cartilaginea in seriem longitudinalem multipliciter congregata simul etiam series transversas efficere. Praeterea hic addendum est, quod quidem ex accuratiori descriptione segmentorum metacarpi ossificari incipientis et cartilaginis thyroideae elucet, corpusculorum cartilagineorum dispositionem in acervos ratione etiam magis complicata procedere. In cartilagine thyroidea enim acervi corpusculorum cartilagineorum circa centrum ordinati ad series longitudinales constituendas inter se appropinquantes cernuntur, et simul tam in hac cartilagine, quam in metacarpo, animadvertitur, praeterea ejusmodi series longitudinales ratione modo dicta compositas et ipsas in vicinia marginis ossificationis alias propius sub aliis collocatas esse.

Si jam quaeritur, qua ratione hi corpusculorum cartilagineorum acervi oriuntur,

equidem, quod vel ex descriptione praeparatorum a me investigatorum elucet, sententiam a plerisque viris doctis propositam, corpusculorum cartilagineorum aggregationem in acervos formatione cellularum secundariarum in cellulis maternis effici, omnino rejiciendam esse arbitror. Haec opinio ea conditione tantum probari posset, si in regione, ubi cartilago paulatim in os transformatur, ex eo loco, quo corpuscula cartilaginea solitaria et dispersa reperiuntur, usque ad id punctum, quo acervi manifeste conspiciuntur, phaenomena formationis cellularum aliquo modo animadvertentur. Si opinio illa vera esset, saltem necesse esset, in hac ipsa regione cavitates cartilagineae plura corpuscula cartilaginea libera confutantes reperiuntur, nec in minimum quidem vestigium cavitationis ejusmodi deprehenditur. Ut jam in primi praeparati descriptione commemoravi, in segmentis crassioribus et nominatim in his, ubi acervi scribis longitudinalibus constantes directione perpendiculari ad observatorem conversi sunt, re vera species oritur, quasi plura corpuscula cartilaginea in una eademque cavitate sita sint; quod quidem phaenomenon eo provocatur, quod numerosa strata corpusculorum cartilagineorum aliud supra aliud collocata sunt, et corpuscula cartilaginea stratorum profundiorum per corpuscula superiorum et per septa substantiae fundamentalis corpuscula cartilaginea separentia perlucunt, atque ita speciem praebent, quasi acervus corpusculorum cartilagineorum arcte confertorum communibus unius cavi parietibus inclusus sit. Si tamen succedit segmentum tam tenue parare, ut tantum unum stratum corpusculorum cartilagineorum et quam tenuissimum segmentum cavi cartilaginis observationi offeratur, quod quidem mihi saepe contigit, semper corpuscula cartilaginea in cavis suis propriis sita et septis substantiae fundamentalis inter se sejuncta animadvertuntur. Omnino quidem negare non amsim, septa separentia etiam evanescere et tunc omnia totius acervi corpuscula cartilaginea in cavo secundario communi sita esse posse; sed partim in disquisitionibus meis ne una quidem casus ejusmodi mihi occurrebat, partim, etiamsi observaretur, eum nondum demonstratum esset, hanc cavitatem communem esse cavum cellulae maternae et corpusculis cartilagineis in ipsa sitis cellulis secundariis representari. Quantum equidem in investigationibus meis vidi, corpusculorum cartilagineorum aggregatio in acervos tantum eo efficitur, quod corpuscula cartilaginea in substantia fundamentalis passim solitaria sita inter se appropinquant et simul magnitudine crescent, cum substantia fundamentalis inter ipsa interjecta minuitur. Haec sententia mea partim probatur ratione, qua corpuscula cartilaginea ab initio dispersa tantum paulatim et transitu manifestos observantia in acervos congregari incipiunt, partim eo, quod secundum eandem legem propius ab ossificationis margine etiam acervi jam formati et simplices et complicati evidentiter de novo inter se appropinquant. Etiam Bidder jam olim, nominatim in segmentis transversis ossium tubulorum in ossificationis processu adhuc versantium corpuscula cartilaginea ad formandos acervos inter se appropinquantia evidentissime cerni posse. Idem auctor addit, singula cava cartilaginea sensim omnino in unum cavum commune coalescere (l. c. pag. 380), de qua tamen re, ut commemoravi, equidem mihi persuadere non potui.

Secundum sententiam modo propositam de formatione acervorum corpusculorum cartilagineorum decrementum substantiae fundamentalis inter singula corpuscula cartilaginea acervum efficientia necessarium est. Lacunae hoc decremento factae corpusculis cartilagineis crescentibus occupari possunt. Alia questio est, num substantia fundamentalis extra acervum sita mutationes subeat. Respectu hujus questionis ex observationibus meis clucebat, si corpuscula cartilaginea in series longitudinales vel acervos aggregarentur et massa substantiae fundamentalis inter singula corpuscula cartilaginea ad minimum ambitum reduceretur, simul substantiam fundamentalem inter acervos crescere videri. Nominatim etiam observabatur, cum proxime ab ossificationis margine latissimam esse et ex eo loco quasi in forma cunctorum inter acervos se insinuare. Nihilominus mentiones a me saepius repetitae docuerunt, spatium inter bina corpuscula cartilaginea in ea regione cartilaginis, ubi corpuscula cartilaginea adhuc sine ordine et dispersa in substantia fundamentali sita sunt, saepe non minus esse, quam inter binos acervos. Quamquam res ita se habet, tamen substantiae fundamentalis incrementum inter acervos negari vix poterit, quum, nisi statuto hoc incremento, phaenomenon, illam versus ossificationis marginem paulatim amplificari, intelligi plane non possit; fortasse etiam conicere liceat, dum corpuscula cartilaginea ad formando acervos inter se appropinquantia crescunt, substantiam fundamentalem non solum inter ea diminui, sed etiam, si in omnes directiones aequaliter se extendat, inter acervos necessario idem fieri. Hinc vero rursus sequitur, substantiam fundamentalem inter acervos decrescere, ergo ejus latitudinem minorem esse debere, quam inter corpuscula cartilaginea solitaria. Quum vero mentiones hoc non ita se habere demonstrent, concludendum est, substantiam fundamentalem inter acervos sitam eodem tempore augeri, quo incremento defectus compensatur. Ubi acervi simplices propius ab ossificationis margine ad constituendos acervos compositos congregiuntur, etiam substantia fundamentalis inter eos sita rursus minatur necesse est.

Quae quum ita sint, in cartilagine, quae ossificatur, substantia cartilaginea aliis locis minuitur, aliis locis augetur, dum simul corpuscula cartilaginea magnitudine crescunt. Queritur jam, num in his mutationibus ratio inter quantitatem substantiae fundamentalis et corpusculorum cartilagineorum in hac substantia contentorum in universum mutetur. Jam Bidder dicit, quum in regione cartilaginis ab ossificationis margine magis distante substantia fundamentalis majus spatium occupet, quam corpuscula cartilaginea, versus ossificationis marginem paulatim rationem contrariam intrare, ita ut in ejus vicinia corpuscula cartilaginea majorem portionem cartilaginis efficiant, quam substantia fundamentalis (l. c. pag. 374 sqq.). Quum viderimus, substantiam fundamentalem inter corpusculorum cartilagineorum acervos ne ibi quidem, ubi latissima sit, substantiam fundamentalem inter corpuscula cartilaginea solitaria latitudine superare, et crescentibus corpusculis cartilagineis magnopere immui, negari non potest, quantitatem ejus, quamvis nonnullis locis augeatur, tamen propius ab ossificationis margine in universum minorem esse, quam locis cartilaginis ab hoc margine longius distantibus.

Aliae mutationes cartilaginis ossificationem ineuntis non animadvertuntur. Substantia fundamentalis ubique habitum suum hyalinum servat nec striata evadit, quod Arnold affirmat et Koelliker quoque (l. c. pag. 337) in segmentis ossis femoris infantis duas hebdomades nati se observasse dicit. Ex cartilaginibus a me disquisitis sola cartilago thyroidea substantiam fundamentalem striatam factam ostendit; atque ne in ea quidem directus nexas inter hanc mutationem substantiae fundamentalis et ossificationem demonstrari potest, sed illa probabiliter aetati provectori individui adscribenda sit. Corpuscula cartilaginea sub microscopio eadem habitum offerunt, et, quod quidem jam commemoravimus, tantummodo respectu formae et magnitudinis paululum mutata sunt. Simul cum acervorum cartilagineorum amplificatione nota illa phaenomena lucida annuiformia in conspectum veniunt. Bidder (l. c. pag. 377) nonnulla corpuscula cartilaginea denticulata fieri vidit, quam mutationem observandi mihi non est oblata occasio.

b) Cartilago membranacea.

De mutationibus in cartilagine membranacea, quae vocatur, ossificationem proximae antecedentibus, nihil certi observari potest. Videtur saltem mutatio, si qua exstet, quam maxima exigua esse. Corpusculorum cartilagineorum aggregatio in acervos non animadvertitur, commemoranda vero est iam in ossibus cranii quam in strato corticali ossium tubulorum parva auctio et amplificatio corpusculorum cartilagineorum, quae o mentionibus elucet.

II. Phaenomena, quae eo loco cartilaginis ossificationem ineuntis apparent, ubi incrustationes incipiunt. (Capsula ossea.)

a) Cartilago hyalina.

Primum quaeritur, quo loco substantiae cartilagineae incrustationes initium capiant.

Miescher dicit salum terrenorum depositiones in substantia fundamentali inter corpuscula cartilaginea apparere, usque annulos corpuscula cartilaginea singula et acervos eorum includentes effici. In margine ossificationis secundum ejus sententiam ad annulos perfectos annuli semiaperti se applicant, ita ut is margo denticulatus formetur (l. c. pag. 44 Tab. I fig. 4). Ubi diaphysis ossis femoris cuniculi neonati epiphysin tangit, ille in segmentis longitudinalibus animadvertit, salia ossea in substantia fundamentali deposita prope ossificationis marginem in processibus, formam dentium pectinis referentibus, series corpusculorum cartilagineorum simplices duplicesque cingentibus, decurrere. In segmentis transversis ex eadem regione sumptis series circuli clausi et prope ipsum marginem aperti conspiciuntur (l. c. pag. 47 et 49).

Mueller, quum corpuscula radiata detexisset, quaestionem proposuit, nonne elementa terrena tempore ossificationis in iis soluta continerentur atque ex iis per substantiam fundamentalem latius diffunderentur. Altamen hanc quaestionem solvi posse negavit, quum adeo incertum esset, utrum in his corpusculis cavum incalescat, necne, et num eorum parietes soli in calcem permutati essent (Poggendorff's *Annalen* Vol. XXXVIII. 1836, pag. 334).

Schwann arbitratur, terram calcariam in ossificationis processu primum in cellularum parietibus et substantia cartilaginea propria deponi; postea etiam cava cellularum terra calcaria impleri et simul fibras in forma stellarum ex iis prodeuntes in conspectum venire (l. c. pag. 38).

Hic de prima incrustationum origine sententiae, quam Schwann proposuit, omnino adimplari videtur.

Secundum Bidderi sententiam depositio terrae calcariae in substantia fundamentali inter series longitudinales corpusculorum cartilagineorum incipit et deinde etiam in substantiam fundamentalem cellulas unius ejusdemque seriei separantem procedit, ita ut cellulae cartilagineae vel singulae vel plures simul massa depositis calcariis referta includantur (l. c. pag. 378).

Voetsch disquisitionibus suis in collo post ossium fracturas orto institutis invenit, primum prope internam parietem membranae cellulae cartilagineae et saepe quidem in uno tantum latere cavi cellulae incrustationes oriri, et deinde demum in substantia intercellulari salia calcaria deponi (Heilung der Knochenbrüche per primam intentionem. Heidelberg 1847. pag. 25).

J. Tomes se reperisse affirmat, primas incrustationes in substantia intercellulari apparere et deinde corpusculorum cartilagineorum parietes his incrustationibus impleri, quo efficiatur, ut nucleus in cellula contentus conspici jam non possit (l. c. pag. 855).

Hassal in investigationibus suis vidit, serierum longitudinalium corpuscula cartilaginea ossificationis margini proxima quasi in ghmas osseas intrare sive vaginis ossificatis cingi. Praeterea secundum ejus sententiam extremi apices radiorum osseorum adhuc mollium in interstitia non solum serierum cellularum, sed etiam singularum cellularum penetrant (l. c. pag. 306).

H. Meyer arbitratur in ossificatione cartilaginis foetalis et crescentis primas depositiones in substantia intercellulari oriri et postea demum cellulam cartilagineam ossificari, idque vel ante parietum inspissationem, vel post eam, in quo posteriore casu parietes inspissati salibus calcariis implicantur atque ita directe parietes crassi cellulae osseae evadunt. Si vero cellulae ossificationi parietibus non inspissatis intret, salia calcaria in inferiore parte cellularum deponi vel prope internam faciem parietum vel ita, ut totam cellulam simul frustulis calcariis expleant. Depositiones in substantia intercellulari aut rectam lineam sequentes inter corpuscula cartilaginea procurere per occasionem cellulas cartilagineas, quae adsint, cingentes, aut frustula calcaria corticis instar circa cellulas cartilagineas collocari. In ossificatione autem cartilaginis jam

excultae secundum ejus sententiam ratio contraria est, ita ut demum ossificationis cellulis depositio in substantia intercellulari appareat (l. c. pag. 322 sqq.).

Koelliker putat, plerumque substantiam fundamentalem prius ossificari, quam cellulas cartilagineas, ac deposita calcaria denticulis acutis efficientia inter cellularum series se insinuare infimasque earum partes modo tubulorum brevium quasi vaginulis circumvelare. Idem ibi quoque fieri, ubi cellulae magis acervos subrotundos constituant. Tantum in ossibus rhachiis cellulas cartilagineas prius quam substantiam fundamentalem ossificari. Ad transformandas cellulas cartilagineas in cellulas osseas frustula calcaria in membrana cellulari inspissata deponi. Etiam cellulas internas communiter cum cellulis suis secundariis hoc modo in cellulam osseam compositam transire (l. c. pag. 335 sqq.).

Quae haecusque a nobis enarratae sunt virorum doctorum sententiae de loco, quo deposita calcaria primum appareant, inde potissimum mihi ortae esse videntur, quod segmenta ad investigationes microscopicas ab iis adhibita nimis crassa fuerunt. In segmentis ejusmodi enim locus, ubi ossificatio modo incipit, occultatur, et pars, in qua ossificatio jam magis progressa est, ipsam cartilaginem nondum mutatam directe tangere videtur. Hinc species oritur, quasi substantia fundamentalis depositis calcariis impleta ratione illa a viris doctis exposita inter corpusculorum cartilagineorum acervos et inter singula corpuscula cartilaginea se insinuet. Huic speciei plerumque etiam respondere solent icones, quibus segmenta longitudinalia ossium tubulorum in ossificatione versantium repraesentantur. In segmentis vero tenuissimis, ut in observationibus meis jam commemoravi, nullum vestigium denticulorum et processuum ejusmodi procurriturum eratitur, sed potius cartilago paulatim, ita ut transitus vix conspici possit, in os transit. Hoc igitur transitus loco primas incrustationes tam in cartilaginibus, quae regulariter ossificantur, quam in ossificatione cartilaginum permanentium (cartilaginibus thyroideae), semper in proxima vicinia cavi cartilaginei animadverti, substantia autem fundamentalis inter singula corpuscula cartilaginea eorumque acervos omnino hyalina apparuit, ut in cartilagine ossificationis processum nondum subeunte, neque ullum vestigium incrustationum conspectum est. In sola cartilagine thyroidea etiam aliquo intervallo ab cavis cartilagineis separata deposita calcaria granulata in forma coronarum circum cava circumcunctum animadvertiebantur. Neque tamen omnino certo mihi persuasum est, his granulis rationem directam intercedere cum cartilaginis transformatione in os. Quae causae dubitationem mihi movent, postea exponam. Quocumque tandem modo res se habet, etiam in cartilagine thyroidea simul cum coronis illis granulosis in ipsa proxima vicinia cavi cartilaginei prima illa incrustatio conspicitur, quae in omnibus cartilaginibus ex more ossificationem subeuntibus observatur. Neque ego usquam frustula calcaria in parietibus internis cavi cartilaginei (sive membrana cellulari) et libere in cavo ipso deposita vidi, cujus quidem phenomenon Schwann, Voetsch et Meyer mentionem faciunt.

Locus igitur, unde ossificatio initium capit, secundum observationes meas ubique

et in formanda qualibet substantia ossea in proxima vicina cavorum cartilagineorum situs est. In segmentis tenuibus eorum in forma lineae distincte expressae, tenuis, saepe denticulatae, cavorum cartilagineorum proximè cingentis apparet. In segmentis crassioribus cavorum ejusmodi cartilagineorum et si illa omnino integra disquisitioni microscopicae offerantur haec ossificationis initia in forma anulorum lucidorum, splendore suo admodum characteristicorum, cava cartilaginea cingentium conspiciuntur. Hoc splendore et in tenuibus segmentis cavi cartilaginei linea illa tenui cavi cingente, quam modo descripsimus, cavorum cartilagineorum hac ratione mutatum a cavo noudum mutato distinguitur, cujus annuli obscuriores sunt, et cujus lineamenta externa in segmentis tenuissimis minus distincte expressa sunt et nominatim etiam parum perspicue a substantia fundamentalis differunt. Haec prima ossificationis initia capsulas osseas nominavi. Jam in relatione observationum in diversis segmentis factarum has capsulas osseas accuratius descripsi. Ex tractu lineae tenuis illi respondentis, quae in segmentis tenuibus capsularum ejusmodi ossearum animadvertitur, elucet, his proximis limites cavi cartilaginei constitui. Crassitudinem parietum capsulae osseae metiri vix potes; itaque tantum in forma lineae distincte expressae magnitudinem et forma maximis cavis cartilagineis respondentis apparet. Ab initio corpusculum cartilagineum in ea adhuc innatatum jacet, nisi jam phenomena processus ossificationis longius progressi conspiciuntur. Capsula ossea strictiore sensu non est pars corpusculi cartilaginei, sed stratum incrustatum substantiae fundamentalis cavi cartilagineum proximo cingens, neque ullo modo a substantia fundamentalis amovendi potest. Itaque verum quidem est, primas incrustationes in substantia fundamentalis apparere, sed illae hic accurate annexae sunt ad cava cartilaginea. His viris doctis, qui inspissatos parietes cellulares circa corpuscula cartilaginea inveniri statuunt, contendendum erit, primas incrustationes in his inspissatis parietibus cellularibus oriri, nam parietes illos cellulares inspissatos, qui vocantur, his ipsis locis esse dicunt. Equidem vero statim ab initio parietes ejusmodi cellulares inspissatos reperiri negandum esse putavi, neque in incipiente ossificatione ullo alio signo ductus sum, quam phenomenon illis annuliformibus, quae, si accuratius disquiruntur, nihil esse nisi phenomena faciorum speculi interitus athenium evidentem apparet. Summa tenuitas parietum capsularum ossearum etiam crassitudinē, quam statuunt, parietum cellularium inspissatorum contradicit.

De forma, quam primae incrustationes sub microscopio ostendant, qui perscrutati sunt, haec ediscunt.

Mueller affirmat, tenues lamellas osseas ex avium ossibus paratas, si per microscopium maxime amplificetur, subtiliter granulatas apparere (Miescher l. c. pag. 271).

Schwann censet, terram calcariam primum in forma granulorum solitariorum, minimorum, obscurorum apparere, atque haec granula interdum in majores acervos irregulares in substantia cartilaginea conjuncta esse; attem in dubio relinquit, utrum haec deposita pura granula calcaria sint, quae postea aequaliter per substantiam

cartilagineam distribuuntur, an haec granula cartilagini jam adstricta sint, atque habitum aequalis cartilaginis per magis provectam incrustationem ex his granulis exeuntem ossificatae quasi ex nucleis microscopici oriantur. Ab his locis illo non vidit depositiones ejusmodi terrae calcariae in acervos accumulatās, sed tota substantia cartilaginea illas aequaliter distributas continuit, neque in his granula perspicua dignosci poterat (l. c. pag. 33).

Arnold dicit, materiam osseam recens generatam esse subtiliter granulatum, atque in lamellas se conjungere, quae ab initio magis homogeneae et grandiosae apparent, deinde vero fibrosae fiunt (l. c. pag. 247).

Voetsch opinatur, granula ex liquore, quae vasa praebant, oriri, et quidem ita, ut ex eo elementa solida in forma granulorum deponantur. Haec granula secundum ejus opinionem per continuum affluxum magnitudinem crescent et ex parte hac ipsa re inter se quasi cohaerunt (l. c. pag. 29).

J. Tomes se depositiones in forma granulorum sphaericorum vidisse contendit (l. c. pag. 853).

H. Meyer arbitratur, terram calcariam deponi in forma frustulorum granulis aut majoribus aut minimis constantium; massas calcarias non esse mobiles et fixas, sed magis minusve firmiter inter se conjunctas (l. c. pag. 314 et 322).

Koelliker dicit: „Die Kalkkrümel sind rundlichkegig von Gestalt, weiss bei auffallendem, dunkel bei durchfallendem Licht: unter CO₂-entwicklung leicht löslich in Säuren und in verschiedenen Knochen verschieden grosse“ (l. c. pag. 338). Alio loco idem vir doctus dicit: „Allen Anschein nach verschmelzen die ursprünglichen Kalkkrümel nach und nach mit einander, imprägniren so, statt wie früher nur einzelne Theilchen, das ganze Gewebe der Grundsubstanz des Knorpels und verschwinden sofort als isolirt zu unterscheidende Theile. Ich bin der Meinung, dass die Kalkkrümel von Anfang an eine Incrustation des Gewebes sind und nur ihrer Isolirtheit, Gestalt und Kleinheit wegen so dunkel erscheinen, später dagegen, wenn sie verschmelzen, das gewöhnliche Ansehen kalkartiger, organischer Theile annehmen“ (l. c. pag. 349). Simili et aliter rejicit opinionem, haec frustula calcaria tantum in aliquo tempus oriri et postea rursus dissolvi, ut universalis textus imbuti locus praebatur.

E disquisitionibus meis non satis mihi apparuit, qua ratione terra calcaria primum deponatur. Ossa, quae auxilio acidi muriatici terra ossea ex parte privata sunt, clarum conspectum hujus rei non praebent. Capsulae osseae plane efformatae conspiciuntur, splendore fortè praeditae sunt, et, quod quidem in segmentis aptis, modice tenuibus, in quibus splendor fortis inaginem microscopium non nimis turbat, demonstrari potest, habitum subtiliter granulatum ostendunt (Tab. II fig. 4); sed granula solitaria vel vestigia eorum, postquam terra auxilio acidi muriatici emota est, animadvertere non potui. Saepè quidem lineamenta capsularum ossearum prominentius denticulatis praedita cernuntur, sed, ut jam probavimus, haec conditio tantummodo inde pendet, quod in parvis segmentis stratum substantiae fundamentalis in capsulam

osseam mutatum propter consistentiam suam tenacem, qua a substantia fundamentali hyalina admodum differt, plerumque haud facile acute dissecatur, sed potius dirimipitur. Ut examinarem, sum, quod quidem plurimi hujus rei per scrutatores affirmant, prima depositio terrae calcariae in forma granulorum fieret, etiam segmenta acido muriatico non imbuta disquisivi; sed ne in iis quidem solitaria granula vel frustula calcariae animadvertere mihi contigit. Loca cartilaginea incrustata maculis quidem obscuris et lucidis distincta apparent, sed has maculas tantum ex asperitatibus superficiei praeparati, quae in eo conficiendo necessario oriuntur, derivare potui. In sola cartilagine thyreoidea depositiones granulosas conspexi; sed etiam hic mihi dubitandum fuit, num his granulis ampliore ambitu circa cava cartilaginea dispersis directae ratio cum formatione substantiae osseae intercederet, nec persuadere mihi potui, ex iis in proxima vicina cavorum cartilagineorum per coalitum capsulas osseas formari. In cartilagine thyreoidea capsulas osseas et halones granulorum simul exstare videmus, ita ut saltem non omnes granulorum halones ad capsularum ossearum formationem adhibiti esse possint, et num pars eorum ad hanc formationem contulerit, observationibus saltem evinci non potest. Si postea ossificationis processus magis progrediret, et in substantia compacta glomeruli, in substantia spongiosa autem primaria cava medullaria formantur, maxima diametros glomerulorum minor est, quam maxima diametros cavorum cartilagineorum cum granulorum halonibus, atque cava medullaria primaria, capsulis osseis adjuvantibus formata, substantiam osseam spongiosam, apium favos imitantem, constituent, cuius parietes fere non minus tenues sunt, ita ut eos metiri nequeas, quam principales capsulae osseae. Itaque necesse est, hic substantiam fundamentalem cartilaginis inter capsulas osseas interjiciam simul cum granulorum halonibus omnino evanuisse, quod quidem, quum spongiosa substantia ossea latissime pateat, de plerisque granulorum halonibus in cartilagine thyreoidea obvis dicendum est. His rebus commotus sum, ut omnino de ratione directae granulorum halonibus cum formatione substantiae osseae intercedente dubitarem.

Quae quum ita sint, ad stipulati neque sententiae, primas incrustationes in forma granulorum et frustulorum apparere, quin etiam respectu magis progressi ossificationis processum hanc sententiam in dubium vocare coactus sum. Nam si hic esset processus normalis, quo incrustatio factum caperet, necesse esset; ubicunque illa magis progrediretur, denuo granulorum deposita apparere; neque vero ullum vestigium depositorum ejusmodi postea conspiciat. Ubi incrustatio in substantia fundamentalis latius se extendit, in forma continui granulati, fortiter splendentis, apparet.

b) Cartilago membranacea.

In cartilagine membranacea prima initia processus ossificationis, ut jam diximus, haud facile cognoscere et persequi possumus. Ut satis inter omnes constat, ossificationis puncta nominatim in ossibus tegentibus cranii rotis formam exhibentia in conspectum veniunt, phaenomena autem antegressa observationem fugiunt. Ubi deinde

in cartilagine membranacea ossificatio ex nucleis ossificationis amplius se extendit, animadvertitur, corpuscula cartilaginea magnitudine paululum crescentia splendore satis perspicuo insigniri. Fortasse hic splendor indicat, capsulas osseas formatas esse, ergo hic quoque incrustationem in proxima vicina cavorum cartilagineorum initium capere. Eo tamen, quod substantia fundamentalis non pellicula est, accuratior observatio difficultis redditur. Etiam in formatione strati corticalis ossium tubulorum phaenomenon animadverti capsularum ossearum formationem indicans. In segmento enim transverso a me descripto, ut suo loco commemoravimus, cartilaginibus membranaceae processus in partem interioriorem ossis ipsius procurrentes conspiciantur, prope quos haud raro substantia spongiosa favis apium similis, aggregatis cavis medullariis primariis constans, qualis in cartilagine thyreoidea, inveniebatur (Tab. II. fig. 3. a). Haec autem cava medullaria primaria, ut postea videbimus, ex capsulis osseis formantur. De forma primorum mihi incrustationis in cartilagine membranacea etiam minus aliquid accuratius cognosci posse patet. Koelliker affirmat, antequam cartilago membranacea ossificetur, semper antecedere granulorum depositionem, quae parum distincta et sipe certis finibus ad cartilaginem versus evanescat, quum in ossificatione cartilaginis hyalinae margo ossificationis semper distinctus et accurate expressus appareat (Berichte von der königlichen zoologischen Anstalt zu Würzburg. Leipzig 1849. pag. 42). Equidem phaenomena ejusmodi non observavi.

Cum quaestione, in qua forma incrustationes appareant, intime coharet quaestio a diversis harum rerum perscrutatoribus jam saepissime agitata, utrum incrustatio pro mera depositione terrae calcariae an pro chemica conjunctione ejus cum cartilagine habenda sit. Equidem neque microscopii auxilio quidquam observavi, neque alia ratione quidquam expertus sum, quod ad solvendam hanc quaestionem conferre posset; attamen commemorandum esse mihi videtur, granula circa cavitates cartilagineas in cartilagine thyreoidea postea sub microscopio speciem offerre, quasi mera deposita substantiae calcariae sint. Si tamen praeparatum acido muriatico imbutum, loco horum granulorum non existat cava aëre impleta, quod quidem fieri esset necesse. Itaque etiam haec granula non sunt mera deposita terrae calcariae, sed cum substantiae cartilagineae chemice vel mechanice conjuncta sunt.

III. Progrediens ossificationis processus; formatio cavorum medullarium et glomerulorum cum corpusculis radiatis.

a) Cartilago hyalina.

E diversis sententiis de progrediente ossificationis processu propositis has afferendas esse existimo:

Gerber (l. c. pag. 104) et prioribus temporibus etiam H. Meyer (Müller's Archiv 1844. pag. 240) corpuscula radiata pro nucleis primitivorum cellularum cartilaginearum et radios pro processibus nucleorum habent.

Schwann contendit, cava cellularum terra calcaria impleta esse corpuscula radiata, fibras vero tenues e corpusculis radiatis in forma stellae excurrentes vel canaliculos e cellularum cavis in parietes cellularum inspiassatos penetrantes, vel cava cellularum processus in substantiam intercellularem progredientes, quod quidem posterius ipsi probabilius esse videtur (l. c. pag. 34 et 35).

Hentle de corpusculis radiatis prioris sententiae Schwannii adstipulatur, documento afferens cellulas cartilagineas epiglottidis, per quarum parietes inspiassatos canaliculos ramosos e cavo centrali se extendere contendit (l. c. pag. 835).

Bidder in universum quidem cum sententia Hentlii consentit, attamen declarat, sibi rationem formationem non satis claram factam esse (l. c. pag. 387).

Arnold negat, ullam rationem inter corpuscula radiata et cellulas cartilagineas exstare et corpuscula illa lacunas inter lamellas et fibras substantia terrena expletas esse existimat (l. c. pag. 243).

Voetsch cellulam osseam inde exoriri censet, quod intra cavitatem cartilagineam grana calcaria deponantur, camque totam, excepto parvo spatio, explant, ad quod e cellulae osseae peripheria per depositam granulorum massam canaliculi decurrant. His lacunis in cellula ossea depositione calcaria liberis cum canaliculis corpuscula radiata formari (l. c. pag. 25 sqq.).

J. Tomes corpuscula radiata nihil esse arbitratur, nisi solas lacunas inter depositionem terrae calcariae in parietibus ossis cavorum medullarium relictas (l. c. pag. 856).

Hassal putat, cellulas osseas ex peculiaribus cellulis granulatis oriri, quae in observatione radiorum osseorum crescentium inter fibras lreanam materiam osseam depositam primum excipientes dispersae luculenter conspiciantur et postremo depositione calcaria perfecta involvantur. Quod praeterea ad cellulas osseas attinet, ille omnino congruit cum Schwannii sententia, cellulas osseas esse cellulas perfectas et earum canaliculos extensione parietum cellularum oriri (l. c. pag. 309 et 310).

H. Meyer nuperius prioris sententiae Schwannii, a Biddero quoque et Hentlio acceptae, adstipulatur, quippe quam veram esse a Voetschio in callo recens formati omnino demonstratum esse censet. Ille cellulam cartilagineam, cujus parietes depositione interna affecti sint et cujus cavitas restans corpusculum radiatum exhibeat, cellulam osseam appellat, cujus limites coacti cum substantia hyalina evanuerint. Cellulam osseam habendum esse pro cellula canaliculis porosis instructa (l. c. pag. 293).

Koelliker denique arbitratur, se hanc sententiam de corpusculorum radiatorum formatione hucusque tantum hypotheticam in osse rhachitico per omnes singulas partes persectam esse. Hic enim depositiones internas saltem calcariorum in cellula cartilaginea (cavo cartilagineo) apparere dicit, propter quas membrana ejus una linea modica indicata crassitudiae crescat et in latere interno incisuris subtilibus instructa sit. Haec ratione primum cellulas osseas oriri, deinde vero depositionibus progredientibus reliquam partem cavitatis, in qua minutum contentum cellulae cartilagineae re-

maneat, corpusculum radiatum fieri, lacunas vero inter incisuras restantes radios ejus. Cellulas maternae, quas putantur, cellulis secundariis repletas, hoc modo in cellulas osseas compositas transire. Quam vero corpusculorum radiatorum radii multiplices anastomosos inter se habeant, nec minus saepe prope ossium facies liberas internas et externas aperti sint, auctor minime dubitat statuere, canaliculos osseos in forma simplicium ramorum cavitalis osseae ortos resorptione substantiae osseae jam efformatae amplius excoli vel progredi (l. c. pag. 360 sqq.).

Quod ad cavorum medullarium formationem attinet, jam Miescher et Meckauer (l. c.) conveniaverunt, in ossibus planis ordinem, quo corpusculorum cartilagineorum accervi inter se annectantur, cum ordine, quo postea canaliculi medullares decurrant, omnino congruere. Corpusculorum cartilagineorum accervos per primas incrustationes in substantia fundamentalis quasi capsulis includi, atque harum capsularum cavitates esse cava medullaria. Valentin cavitates substantiae spongiosae jam ante ossificationem in cartilagineo solida oriri opinatur (l. c. pag. 261), cui sententiae Hentle quoque assentitur (l. c. pag. 832 et 837). Bidder cava medullaria et canaliculos osseos demum post coeptam ossificationem primariis cellulis cartilagineis sensim coalescentibus formari observavit (l. c. pag. 384 et 389). Similes sententias etiam Tomes, Hassal et Meyer in commentationibus supra laudatis proposuerunt et singularem explanaverunt. Illi affirmant, depositionem osseam semper ante cavorum medullarium formationem incipere, nec solum inter corpusculorum cartilagineorum accervos, sed etiam inter singula corpuscula cartilaginea ipsa locum habere. Circa cava medullaria ab initio adhuc conspici limites sinuosos limitibus totius accervi respondentes. Septa ossea inter singulas cavitates cartilagineas paulatim resorberi et spatium hac resorptione effectum medulla impleri Tomes dicit (l. c. pag. 856). Meyer addit, quam hac ratione cellulae maternae ex parte et cum ipsis pars cellularum secundariorum formatione cavorum medullarium destruantur, reliquis cellulis secundariis secundum leges universales ossificari. Contra hanc sententiam modo prolata Arnold et nuperius imprimis Koelliker pugnaverunt. Secundum Arnoldii sententiam cava medullaria ex resorptione substantiae osseae jam formatae oriuntur. Koelliker dicit, cava medullaria non ex coactu cellularum cartilagineorum oriri, quod plerique anatomici adhuc crediderint, sed ex dissolutione substantiae osseae magis minusve perfecte exculatae, quam principio per distantiam circiter tertiae partis lineae ab ossificationis margine omnino compactam esse ait.

Secundum ea, quae ex observationibus meis redundant, facere non possum, quin in descriptione progredientis processus ossificationis a capsulis ossis, quas appellavi, initium faciam. Tam in spongiosae quam in compactae substantiae osseae formatione semper capsula ossea existimanda est locus, unde mutatio oriat et progreditur. Mutationibus, quae in ipsa ejusque coactio oriuntur, et cava medullaria et glomeruli cum corpusculis suis radiatis formantur. Eo loco, ubi portio cartilaginis nondum ossificata in portionem in ossificatione jam magis progressam transit, capsulae

osseae et solitariae et in acervos aggregatae juxta immutata cava cartilaginea et acervos eorum reperiuntur. Serius citius jam in omnibus segmentis duplex mutatio hujus capsulae osseae animadvertitur ad formationem aut cavorum medullarium aut compactae substantiae osseae. Primum mutationem ejus ad formanda cava medullaria respiciam.

In descriptione segmentorum metacarpi commemoravi, quod quidem etiam in aptis segmentis aliorum ossium conspicitur, contenta capsularum ossearum solitariae vel in acervos compositarum jam nos in forma corpusculi cartilaginei apparere, sed granulis majoribus constare, corpuscula multifaria, subrotunda, granulis similia ostendere et omnino ejusdem conditionis esse, cujus medulla in magnis cavis medullaribus juxta positis sit. Capsulum osseam hoc modo mutatam *cavum medullare* primarium appello. Hoc cavum constat tenuibus parietibus, ossis primitivis capsulae osseae et corpusculo cartilagineo in medullam mutato. Qua ratione per cellularum formationem hoc corpusculum cartilagineum in medullam mutetur, cognoscere non potui. Haec cava medullaria ossificationis processu magis progrediente ad formandam spongiosam substantiam osseam ratione vel simplici vel magis complicata mutantur.

Processus simplicissimus in formatione substantiae spongiosae cartilaginei thyreoideae observatur. In hac cartilagine enim, ut supra enarravimus, circa corpuscula cartilaginea in acervis oblongis capsulae osseae formantur, ab initio septis adhuc separatae. Praeterea observatum est, substantiam osseam spongiosam quasi systemate cellularum ossearum apium favis similium constare, cujus singulae cellulae medulla impletae tantum simplicibus lamellis ossis inter se separatae essent, quae lamellae forma et magnitudine cum capsulis ossis congruerent. Denique diximus in vicinia substantiae osseae ejusmodi etiam capsulas osseas solitarias medulla impletas inveniri. Hinc evidenter cluget, cellulis in spongiosa substantia ossea obvis capsulas osseas in cava medullaria primaria mutatas repraesentari. Nonnullae cellulae quidem paulo majores sunt, quam corpuscula cartilaginea, sed omnino negari nequit, in constituendo segmento fortasse nonnulla septa exidisse atque hoc modo cellulas amplificatas esse. Fortasse etiam re vera nonnulla cava medullaria primaria inter se coalescunt, quod quidem in cartilagine hyalina ex norma ossificationis subjecta occurrere solet. Sed in re summa spongiosa substantia ossea ex cavis medulla impleta constat, quae in quolibet transitu ad cava medullaria primaria et capsulas osseas deprehenduntur. Inde de processu formationis hujus substantiae osseae haec deduci possunt. Singulae capsulae osseae in cava medullaria primaria transformatae eo, quod interjecta septa hyalino-cartilaginea resorbentur, inter se appropinquant et parietibus suis coalescunt ad constituendum systema favis simile, et quidem ita, ut nonnullis locis fortasse etiam resorptio septorum cellulas separantium locum habeat. In re summa vero spongiosa substantia ossea cartilaginei thyreoideae habenda sit pro *systemate aggregato cavorum medullarium primarium inter se conjungenturum*.

Ratione magis complicata in cartilaginibus hyalinis ex norma ossificationem ine-

untibus cava medullaria primaria amplius efformantur. Hic enim in plerisque casibus cava medullaria primaria in acervos congregata sunt, qui acervis capsularum ossearum, ut hi rursus acervis corpusculorum cartilagineorum respondent. Jam vero, ut in descriptione segmentorum enarravimus, processu ossificationis magis progrediente cavitates medullares majores formae diversissimae, plerumque vero formae corporali acervorum corpusculorum cartilagineorum respondentes in conspectum veniunt, porro in eorum parietibus sinus exteriora versus spectantes, qui forma et magnitudine cum cavis cartilagineis congrunt, animadvertuntur, denique in his lamellae in spatium internum cavitatis medullaris procurentes et vacuola his lamellis formata formam operis reticulati, quae cavitates acervi corpusculorum cartilagineorum efficiunt, referentia cernuntur. Praeterea parietes inciduntur lamellis ossis, quae prorsus ejusdem indolis sunt, cujus lamellae circa capsulas osseas. Porro observatur, lamellas interiora versus procurentes et parietes operis reticulati supra descripti, quod efficiunt, ab initio duabus lamellis ossis tenuibus, inter quas adhuc angusta septa substantiae fundamentalis hyalinae conspiciuntur, constare, postea vero usam tantum simpliciumque lamellam osseam apparere. Locis denique ab ossificationis margine plus distantibus lamellae procurentes et opus reticulatum juxta internos parietes cavorum medullarium evanescent, atque etiam cavorum medullarium parietes minus sinuosi sunt. Ex phaenomenis ergo modo dictis cluget, cavitates medullares majores ex coacta cavorum medullarium primarium in majus cavum medullare commune oriri. Ad efficiendum hunc coalitum probabiliter, ut in cartilagine thyreoidea, cava medullaria primaria resorptione septorum inter ipsa sitorum inter se appropinquant. Si vero deinde in substantia spongiosa cartilaginei thyreoideae parietes ossi capsularum inter se conjunguntur ad constituendum systema cavitarum favis similium et septa hoc modo inter singulas cavitates orta tantum in rarissimis casibus inveniri videntur, hic septorum imminutio et resorptio praevolare et hoc modo ex cavitatibus acervi cavorum medullarium primarium paulatim commune cavum majoris cavitatis medullaris formari videtur. Cavum medullare ejusmodi appello *cavum medullare secundarium*. Parietes ejus igitur segmentis ad exteriora conversis capsularum ossearum acervi cavorum medullarium primarium constituuntur, et contentum ejus amplectitur contenta omnium singulorum cavorum medullarium primarium in cavitatem unam conflatorum. Rarissime contingat praeparata perficere, in quibus processus formationis horum cavorum medullarium secundarium per omnes gradus cognosci possit, quoniam in parandis segmentis lamellae tenues operis reticulati ab initio formati magis minusve destruntur et facile etiam ex parte per medullam loco suo motam occultantur. Nihilominus haud raro contingit prope parietes cavorum medullarium reliquias operis ejusmodi reticulati destructi animadvertere, cujus phaenomeni etiam in descriptione observationum microscopiarum mentionem feci. Nominatim conferendae sunt icones praeparatorum ex metacarpo et squama ossis occipitalis petitorum (Tab. I fig. 1. Tab. II. fig. 4).

Itaque de cavorum medullarium formatione cum his consentio, qui eam cum

corpusculorum cartilagineorum accervis conexum habere statuant, et simul accuratius exposui, qua ratione accervis corpusculorum cartilagineorum paulatim in cavum medullare secundarium transeat. Simul vero mihi commemorandum est, non esse necesse, *omnes corpusculorum cartilagineorum accervi hunc unum formationis processum ineant, sed etiam, ut mihi quidem videntur, interdum nonnulla corpuscula cartilaginea in extremis accervi finibus sita ad formandas cavitates medullares nihil conferre, sed in glomerulos transformari, quum non raro statim ab initio in vicinia cavi medullaris secundarii et cum ejus capsula ossea conjuncti nonnulli globuli in formatione versantes conspiciantur* (cf. Tab. I. fig. 4). *Præterea non est silicito prætermittendum, in nucleo osseo inter crura ossis femoris maxime insignem cavorum medullarium formationem inveniri, quamvis corpuscula cartilaginea non constituerint accervos prae aliis exsistentes. Hic plerumque plura cava medullaria minora solitaria cavitates medullares majores antecediunt* (cf. Tab. I. fig. 3), et mihi quidem hæc majora cava eo formari visa sunt, quod minora paulatim inter se appropinquant et conjunguntur. Itaque processus, quo partes ad formanda cava medullaria adhibendæ inter se appropinquant, qui in aliis casibus ante ossificationem in majore gradu observatur et inter ossificationem tantummodo augetur, in hoc casu solum inter ossificationem locum habere videtur.

Processus formationis cavorum medullarium, absolute formatione cavorum medullarium secundarium, quam modo descripsimus, neutiquam finitus esse videtur, nam in omnibus præparatis conspiciuntur, cava medullaria secundaria inter se conexum habere cavitatesque suas etiam magis amplificare. Itaque necesse est, processu ossificationis amplius progrediente, cava medullaria secundaria eodem fere modo, marcescentibus partibus cartilagineis et ossis interjectis, inter se appropinquant, quo antea cava medullaria primaria. Huc accedit observatio omnibus anatomis nota, etiam in ossibus, quorum formatio absoluta sit, cava medullaria amplificari, simul vero eorum numerum decrescere. Itaque negari non posse videtur, in cavorum medullarium amplificatione substantiam osseam resorberi, nec vero contendere licet, sola resorptione substantiæ ossee cava medullaria formari. Quod denique ad sententiam attinet, cava medullaria jam ante ossificationem in cartilagineo solida in conspectum venire, ego pariter quidem, atque alii harum rerum scrutatores, passim canaliculos medullares cartilagineis, qui vocantur, observavi, nec tamen ullum conexum inter eos et formationem cavorum medullarium ossis invenire potui. Cavorum medullarium formatio prima neque ante ossificationem neque post eam locum habet, sed eo ipso tempore, quo ossificationis processus incipit.

Eodem tempore, quo cava medullaria, etiam *glomeruli et substantia ossea compacta* formantur, et hic processus quoque ex capsula ossea initium capere putandus est.

Ex observationibus meis supra enarratis clucet, si omittamus capsulas osseas, quarum contenta in medullam transformantur, minorem, ut videtur, numerum earum inspersione parietum capsularum, dum simul spatium internum minuitur et corpusculum cartilagineum marcescat, in ea corpuscula mutari, quæ glomerulos vel rectius

globulos osseos appellavimus. Itaque globulus osseus est corpusculum, quod certa quadam specie incrustationis substantiæ fundamentalis in vicinia cavi cartilaginei simul decrescentis formatur. Apparent vero hi globuli partim solitarii, partim in accervis ita conjuncti, ut inter eos non conspiciantur limites sejungentes, partim denique et quidem frequentissime cava medullaria secundaria circumvolantes, ibi inter se et cum tenuibus parietibus ossis cavorum medullarium coalescunt. Inter eos ubique substantia fundamentalis hyalina cartilagineis corpusculis cartilagineis instructa deest, donec tandem globuli inter se coeant, in quibus corpuscula radiata paulatim manifeste in conspectum venerunt, compactam substantiam osseam inter cava medullaria sitam exhibent. Interitæ nondum ossificata, quæ ab initio adhuc inter globulos reperiuntur, etiam hic jam spatia interglobularia applicare possis (cf. Tab. I. fig. 1, 2, 3, 4, 5).

Formatio globulorum et corpusculorum radiatorum, quæ in illis insunt, difficillima est ad persequendum. Phænomena ad illam pertinentia, quæ observavi, hæc sunt: Capsulæ osseæ inspissantur; ab initio hæc inspissatio tantummodo depositione in pariete interno effici videtur, quum globuli magnitudo cum magnitudine capsulæ osseæ pæne congruat. Itaque globuli ab initio apparent in forma capsularum fore ejusdem magnitudinis, cujus capsulæ osseæ sunt, ex quibus oriuntur, sed parietibus inspissatis instructarum. Phænomena optica in crassioribus segmentis globulorum ejusmodi, vel si integri observantur, pæne eadem sunt, quæ in capsulis ossis (cf. Tab. I. fig. 1 et 4), insinuantur enim globuli annulo lato fortiter splendentes, qui, si diametros maxima minus accurate microscopii foco supposita est, umbra forti versus substantiam fundamentalem terminatur. In tenuibus segmentis demum globulorum ejusmodi conspiciuntur, eorum cavitatem minorem esse, quam capsularum osrearum, neque jam limitibus linearibus, simplicibus, distincte expressis, sed annulo lucido, magis minusve lato, subtiliter granulato circumdari. Tum etiam simul evidentissime animadvertitur, quod in integris quoque capsulis ossis et si globuli diametros maxima microscopii foco accurate subjecta est in conspectum venit, substantiam osseam parietum inspersionum non limitibus distinctis linearibus, sed lineæ irregulariter et purum distincte decurrente, versus cartilagineis substantiam fundamentalem terminari. Facies quoque ad spatium internum conversa similibus lineamentis irregularibus linearibus terminatur (Tab. II. fig. 5). Præterea in annuli substantia non observavi texturam peculiariorum. Cavum glomeruli ejusmodi in re summa adhuc formam capsulæ osseæ, ex qua glomerulus oritur, ostendit, sed minus est. In corpusculis cartilagineis, si omittas diminutionem, nulla mutatio majoris momenti cernitur. Ossificatione magis progrediente, globuli parietes crassiores fiunt et quidem ita, ut ab altera parte cava ejus minuat, ab altera simul totus globulus magnitudine crescat, id quod icones quidem tabularumstrarum minus clare ostendunt, mentiones tamen in segmentorum descriptionibus a nobis allatæ evidentiter docent. Hic igitur incrustationem in parietum facie et interna et externa progressam esse necesse est. Phænomena optica respectu limitum glomerulorum a substantia fundamentalis sejungentium eadem sunt. Spatium internum autem jam non

prorsus formam minutam cavi primitivi ostendit, sed prominentiis hic illic longius excurrentibus et sinibus reductis irregulare factum est, ita ut cavitatis forma jam similior sit lacunae, quam corpuscula radiata exhibent. In cavitate situm est corpusculum cartilagineum denno corrugatum, forma cavitati respondente praedictum. Locis denique paulo plus ab ossificationis margine distantibus in glomerulis ex parte vel omnino inter se coactis ex spatiis internis cum contentis jam evasisse corpuscula radiata cognoscitur, e quibus radii per globulorum parietes lineamentis lucidis indicatos atque etiam ultra se extendunt.

Quodsi jam haec phaenomena ad formationem globulorum et corpusculorum radiatorum pertinentia comprehendimus, processus huius verbis enarrari potest: Incrustatio ex capsula ossea ab initio fortis interiora versus ad cavum capsulae osseae progreditur, inter quem processum nova strata substantiae fundamentalis ossificanda simul formentur necesse est. Deinde incrustatio ad exteriora se convertit ac substantiam fundamentalem, quae jam antea ibi reperitur, occupat. Haec ratione primum corpusculum, quod globulum osseum nuncupavi, formatur, ex coactis vero plurium globulorum ejusmodi inter se compacta substantia ossea oritur. Haec nihil aliud est, quam incrustata substantia fundamentalis cartilaginosa. Cavum primitivum capsulae osseae coarctatum et respectu formae irregulare factum cum corpusculo cartilagineo corrugato et fortasse etiam in aliis rebus mutato *partem centratam corpusculorum radiatorum* exhibet; radii ipsi ex centro hujus corpusculi ab initio non prodeunt. Formationem eorum secundum observationes nostras ita tantum animo nobis fingere possumus, ut statuamus, ex globuli cavo per resorptionem substantiae osseae compactae amplificationes et prolongationes formae ejus respondentes procedere, atque in eas etiam corpusculum curv. minutum et corrugatum processus (radios) immittere. Eandem igitur rationem obtinere conieimus, quam Koelliker in finibus radiorum corpusculorum radiatorum valere statuendum esse duxit.

Jam sub finem hujus capituli pauca tantum mihi dicenda restant de ea opinione, quae statuitur, corpuscula radiata formari secundum analogiam cellularum cum canalliculis porosis. Haec opinio potissimum hypothese nititur, circa cava cartilaginea parietes membranae cellulari magis minuste inspissata constitui. Supra jam hanc hypothese secundum observationes meas mihi omnino rejiciendam esse declaravi, atque etiam hic, postquam exposui, quae ratione mutatio hujus partis parietum per incrustationem magis progrediat, monendum mihi est, stratum incrustatum circa cavum cartilagineum nullo tempore lineamentis certis et accurate expressis a substantia fundamentali separari, quod quidem fieri oporteret, si hypothesis illa rata esset. Quod ad strata parietis hujus cavi inspissantia attinet, quo ita oriri putantur, ut radii inde efficiantur, magni momenti observationem esse arbitror, primo initio formationis glomeruli nullum vestigium canalliculorum in strato incrustato inveniri posse, atque principio adeo spatium internum exacte formam primitivi cavi cartilaginei quamvis ambitu minuto ostendere. Ut supra commemoravimus, si segmentum verum vel speciosum globuli intueamur, nu-

merosas strias radiorum instar e centro per parietum crassitudinem percurrentes animadvertimus. Hujusmodi strias, si ex iconibus concludere licet, imprimis Voetsch observasse videtur (l. c. Tab. V. fig. 1, 4). Hi striarum tractus multo numerosiores minusque certo delineati sunt, quam corpusculorum radiatorum radii, atque umbra provocantur, quam loca depressa in globuli faciebus interna et externa faciunt. Incisurae quidem, quas Koelliker in pariete interno cellulae osseae, quam vocat, reperi affirmat, etiam in eodem pariete globuli conspiciuntur, sed etiam in margine externo haud desunt et ex asperitatibus incrustationum parietum globuli oriuntur. Postea hae incisurae in globuli facie interna nonnullis locis etiam profundiores fiunt, itaque cavum ejus formam denticulatum corpusculo radiato similem adipiscitur. Ab initio autem non cernuntur processus radiorum instar ex his denticulis procurrentes. Rursus vero ponamus, his connexum esse cum mutatione spatorum internorum et contentorum eorum in corpuscula radiata, adhuc dubitari potest, utrum eorum formatio substantia fundamentalis incrustata passim in spatium internum longius progrediente, ab processu resorptionis jam coepto adducatur. Quocunque tandem modo res se habet, contendere non licet, corpuscula radiata secundum analogiam canalliculorum porosorum formari, eoque minus, quum in formandis corpusculis radiatis non solum id agatur, ut spatium cavum stellae formam referens efficiatur, sed etiam, ut corpusculum cartilagineum in formam stellae transmutetur. Haec postulatio nominatim secundum Virchowii novissimam observationem necessaria fit, ex qua quippe elucet, eo, quod substantia ossea auxilio acidii muratici solvatur, effici posse, ut corpuscula radiata solitaria et separata appareant (Verhandlungen der Physikalisch-Medicinischen Gesellschaft in Würzburg. Erlangen 1834. pag. 450). Hanc observationem recte se habere, experimentis a me ipso institutis mihi persuasi.

b) Cartilago membranacea.

Cartilaginem membranaceam proprium est, quod in ea ab initio non cernitur cava medullaria. Tam in ossibus tegentibus cranii, quam in strato corticali ossium tubulorum observatur, inter massas osseas principio formatas cartilagineam membranaceam immutatam restare, quam diminuisse incrustato ad formandam substantiam osseam compactam in omnes directiones longius progreditur, non solum in eam regionem, ubi postea canalliculi Haversii in conspectum veniant, sed etiam in adversam, quod aspectus spatorum interglobularium in segmentis transversis ex ossis femoris infantis neonati desumptis obviolum docet (Tab. II. fig. 3, 5). Singula phaenomena quidem hac pertinentia, quod dolendum est, perspicui non possumus, sed in descriptione segmentorum transversorum ex ossibus tubulosis parietum spacia interglobularia in strato corticali obvia commemoravimus, quae plane eadem ratione, quae globuli in ossificatione cartilaginosa hyalinae descripti, corpusculis sphaericis limitantur. In ossibus quoque tegentibus cranii, in quibus ossificatio inceperat, in facie substantiae osseae ciformatae ad cartilagineam membranaceam nondum ossificatam conversa saepe globulos admodum

conspicuos animadverti. Quae quum ita sint, ex mea quidem sententia statuere licet, formationem compactae substantiae osseae in cartilagine membranacea eadem ratione fieri, qua in ossificatione cartilaginis hyalinae, id est eo, quod capsulae osseae in glomerulos cum corpusculis radiatis mutantur atque hi deinde inter se coalescunt. Postquam ossificatio in cartilagine membranacea hoc modo per formationem compactae substantiae osseae aliquandiu progressa est et paulatim spatia interglobularia quoque explevit, simul canaliculi Haversii, qui canaliculis medullaribus analogi sunt, existunt. Koelliker canaliculos Haversii nihil esse opinatur, nisi lacunas in depositionibus periostei, quae ab initio apertae mancant (l. c. pag. 371). Secundum ejus sententiam enim substantia fundamentalis ossium tegumentum cranii et strati corticalis ossium tubulorum, quae ossificatur, non est antea in cartilagine formata, sed continuo ex periosteo materia fluida praebetur, quae statim in senumaturam telam conjunctivam et simplicis cellulas formativas transmutatur. Ejusmodi strata materiae formativae deinde ossificari arbitratu receptione salium calcariorum in substantiam fibrosam et transformatione cellularum ejus in cellulas osseas. Lamellae osseae recentes esse molles etque quasi reticulatas apparere, quod cavis subrotundis vel oblongis perforantur; haec cava vero diversorum stratorum connexum inter se habere et initia canaliculorum Haversii esse. Illis contineri reliquias blastematis ossificationem subeuntis, quod jam in medullam foetalem se transformans partim in vasa mutetur, partim formandis novis lamellis canaliculorum Haversii inserviat, quibus horum canaliculorum lumen sensim angustetur.

Equidem vero neque in formatione strati corticalis ossium tubulorum neque in ossificatione ossium tegumentum cranii ullum vestigium materiae fluidae secundum Koellikeri opinionem progredienti transformationi subjectae animadverti. In utroque loco potius substantia fundamentalis cartilaginea antea formata conspicitur, quae tamen non est naturae hyalinae, sed cartilaginea membranacea, quam Reichert vocat, exhibet. Lacunae in primis formationibus ossis rotis formam referentibus cartilaginis membranaceae ossificationem subeuntis non sunt initia canaliculorum Haversii, sed portiones cartilaginis membranaceae nondum ossificatae. Negari quidem non potest, incrustationibus progredientibus partem harum lacunarum ad formandos canaliculos Haversii adhiberi, in aliis casibus tamen vestigia eorum in spatiis interglobularibus cognoscuntur, atque haec paulatim compacta substantia ossea omnino expletur. Formationem autem canaliculorum Haversii ipsam mihi quidem phaenomena, quae in segmentis transversis ossium tubulorum a me descriptis observantur, optime docere videntur. Primum in his segmentis animadvertuntur canaliculi Haversii, quorum cavitas tenuibus lamellis osseis in cellulas dividitur (Tab. II. fig. 3, d). Haec cellulae osseae prorsus ejusdem indolis sunt, cujus substantia spongiosa cartilaginis thyroideae cavis medullaribus primariis aggregatis et conjunctis constans. Deinde in processibus ex cartilagine membranacea proxime sita in interiora penetrantibus omnino similis textus ossis spongiosus formatus apparet. Equidem puto, hos processus habendos esse pro reliquis cartilaginis membranaceae nondum ossificatae, quae postremo per ossi-

cationis processum in cava medullaria primaria aggregata transeant, et hoc modo in canaliculos Haversii cum contentis ipsorum transformantur. Quum in plerisque casibus canaliculi Haversii lamellis osseis primariorum eavorum medullarum non amplius pertracti appareant, probabiliter postea resorptione et coacta cavitatione primariorum eavorum medullarum eorum medullare secundarium exoritur, quod cavitate canaliculorum Haversii repraesentatur.

IV. Substantia ossea spongiosa et compacta.

Recentissimis temporibus substantiam osseam compactam a spongiosa ita disjicerunt, ut dicerent, substantiam compactam insigniri canaliculis Haversii et substantia ossea e pluribus stratis composita circa eos et inter eos sita, in substantia spongiosa vero propria cava medullaria inventiri, in quorum parietibus structura pluribus stratis constans cognosci non posset. Hae differentiae in plerisque casibus evidenter conspiciuntur et rectissime afferendae sunt. Nihilominus interdum etiam, ut notum est, structura in eavorum medullarum parietibus manifesto plura strata ostendit. Praeterea in substantia ossea compacta, quae substantiam osseam spongiosam in cartilagine thyroideae ex parte vel omnino cingens canaliculos Haversii caret et tantum in forma involucri ossei crassioris circa cava medullaria aggregata apparet, structura ex pluribus stratis manifestissima est. (Tab. II. fig. 1, 2). Itaque structura substantiae osseae e pluribus stratis composita in distinguenda substantia ossea compacta a spongiosa laud magni momenti sit.

Aliud vero discrimen constans est; in spongiosa enim substantia ossea cava medullaria majus spatium occupant, quam solida substantia ossea, contra in compacta substantia ossea solida substantia ossea praevalet et cava medullaria tantum in forma canaliculorum Haversii apparent. Secundum observationes meas etiam processus formationis utriusque substantiae osseae diversus est. Ubi enim substantia ossea spongiosa, quae dicitur, formatur, semper cartilago hyalina fundamentum esse videtur, et incrustatio ex capsulis osseis incipiens in duas directiones simul progreditur, partim ad formanda cava medullaria primaria, aggregata et secundaria, partim ad formandos glomerulos, qui simul cum corpusculis suis radiatis cava medullaria circumdant et coacti in substantiam osseam solidiorem cava medullaria secundaria separatim transformantur. Ubi contra substantia ossea canaliculis Haversii instructa formatur, semper cartilago membranacea fundamentum esse videtur, et ossificationis processus ex capsulis osseis primum ad formationem glomerulorum cum corpusculis radiatis et haec via ad formationem solidae substantiae osseae progreditur, ac postea demum commutato capsularum ossearum in cava medullaria intrat et formationem canaliculorum Haversii adducit. Neque tamen silentio praetermittendum est, in strato corticali ossis femoris infantis neonati, quamvis in ipso numerosi canaliculi Haversii

conspicerentur, in spatiis interglobularibus ibi obvisis versus axem ossis cruris substantiam cartilagineam manifesto hyalinam repertam esse, ergo hic probabiliter etiam compactam substantiam osseam cum canaliculis Haversii ex cartilagine hyalina prodixisse.

Habita ratione processus ossificationis, quem exposuimus, alia quoque distinctione substantiarum ossearum mihi opus esse videtur. Videmus primam ossis formationem ex capsula ossea incipere et quidem in forma tenuis strati incrustati circa cavum cartilagineum. Si haec capsula ossea cum contento suo in cavorum medullariorum formationem intrat, parietes horum cavorum medullariorum ab initio plerumque lamellis ejusmodi ossis simplicibus coactis cavorum medullariorum primariorum formari conspicitur. Cartilago thyroidea exemplum nobis praebeat, in qua per aggregationem cavorum ejusmodi medullariorum primariorum conjunctorum cum parietibus ossis ipsorum substantia ossea continua favis similis formatur, quae angustissimo vocis sensu spongiosa substantia ossea appellari possit. Indoles propria substantiae osseae hujusmodi ea est, quod in ipsa corpuscula radiata desunt et substantia ossea in forma lamellarum tenuium appareat. Ab altera autem parte observamus, capsulam osseam in globulum transmutari, et coactis globulorum ejusmodi substantiam osseam solidam diversae crassitudinis formari, cujus indoles histologica ea sit, quod in ipsa semper corpuscula radiata reperiantur. Compositione demum harum duarum substantiarum ossearum, deinde eo, quod inter ossificationem ambae simul oriuntur, vel alterutra prius existit, denique eo, quod alterutra sola in ossificationis processu conspicua sit (reperiuntur loca omnino solitaria substantiae osseae spongiosae in cartilagine thyroidea) structura ossis exculi definitur, atque ex his rebus solis differentia gravissima inter substantias osseas compactam et spongiosam, quae vulgo vocantur, pendet.

Postremo pauca verba faciam de structura e pluribus stratis composita substantiae osseae ex globulorum coacta formatae. Neque in membranacea neque in hyalina cartilagine haec structura pluribus stratis constans praesignata est. Neque in substantia ossea solida cartilaginis thyroideae (Tab. II. fig. 2, d.) structura strati recentissimi appositione globulorum novorum formati ullum vestigium habitus strati ostendit. Neque in strato corticali ossis femoris in substantiae osseae strato recondito formato, ad spatia interglobularia converso (Tab. II. fig. 3, X), strati conspectae sunt, itaque facere non possum, quin affirmem, structuram e pluribus stratis compositam non in prima formatione substantiae osseae solidae, sed postea demum ratione nobis adhuc ignota oriri.

Explicatio tabularum.

Signa communia in iconibus utrisque tabulis haec sunt:

- A. Cartilago, quae in eo est, ut ossificationis processum ineat.
- B. Regio, ubi ossificationis processus incipit.
- C. Regio, ubi ossificationis processus jam magis progressus est.
- a. Regio, in qua corpuscula cartilaginea solitaria sita sunt.
- b. Regio, in qua corpuscula cartilaginea in acervos congregata sunt.
- c. Regio, in qua acervorum formatio maxime progressa est et corpuscula cartilaginea maximam magnitudinem adepti sunt.
- d. Corpuscula cartilaginea singula.
- e. Substantia fundamentalis inter corpusculorum cartilagineorum acervos interjecta.
- f. Septa substantiae fundamentalis inter corpuscula cartilaginea acervi.
- g. Cava cartilaginea corpusculis cartilagineis privata.
- h. Segmentum tenue capsulae osseae, quae limitibus linearibus distincte expressis denticularis insignitur.
- i. Capsulae osseae in forma anulorum lucidorum splendentium apparentes.
- k. Cava medullaria primaria.
- l. Cava medullaria secundaria, quorum lamellae osseae in parietibus anguliformes apparent.
- m. Segmentum tenue cavi medullaris secundarii, cujus lamella ossea in limitibus in forma lineae tenuis, passim irregulariter decurrentis, apparet.
- x. Acervus capsularum ossearum.
- o. Substantia fundamentalis hyalina non ossificata.
- p. Medulla.
- q. Acervus corpusculorum cartilagineorum et corpuscula cartilaginea solitaria in parte cartilaginis jam ossificata.
- r. Globuli formari incipientes.
- s. Globuli in formatione magis progressi.
- t. Globuli compositi.
- u. Corpuscula radiata.

Tab. I. fig. 1. Segmentum longitudinale ex inferiore extremitate diaphysis metacarpi foetus septem mensium sectione metacarpi lateri radialis et ulnari parallela paratum. Capsulae osseae in forma annulorum apparentes non solum nimis obscurae et sine splendore sunt, sed etiam lineamenta eorum externa nimis denticulata per lithographum representata sunt.

Tab. I. fig. 2. Segmentum longitudinale e corpore ossificari incipiente vertebrae canis neonati sectione lineae medianae parallela effectum.

Tab. I. fig. 3. Segmentum ex ea regione foetus septem mensium, ubi os lachii cum osse illi ad formandum acetabulum se conjungit, sectione prope marginem ossificationis ossis illi et quidem directione horizontali ducta excisum.

Tab. I. fig. 4. Segmentum ex nucleo osseo inter duobus condylis epiphysin ossis femoris infantis neonati sito sectione lineae medianae parallela praeparatum.

Tab. II. fig. 1. Segmentum planum ex cartilagine thyroidea partim ossificata et acido muratico imbuta desumptum.

- v. Substantia fundamentalis hyalina in forma halonum aceros cingens.
- x. Substantia fundamentalis fibrosa, quae videtur, formam operis reticulati referens.
- y. Cartilago hyalina, cujus substantia fundamentalis ubique hyalina mansit.
- z. Compacta substantia ossea habitus striati.
- a. Compacta substantia ossea, in qua globuli ossei coacti adhuc apparent.
- β. Spongiosa substantia ossea.
- γ. Capsulae clausae medulla impletae, quarum parietes lamellis osseis tenuibus consistuntur (cava medullaria primaria).
- δ. Capsulae ejusdem generis ex parte aperitae, e quibus medulla excidit.
- ε. Segmenta tenuia capsularum ejusmodi.
- ς. Septa ossea tenuia.

Tab. II. fig. 2. Segmentum cartilaginis thyroideae acido muratico non imbutae sectione margini posteriori parallela per cartilaginis thyroideae crassitudinem ducta comparatum. Substantia fundamentalis, quae in natura fibrosa apparet, per lithographum, quod quidem doctus, habitu magis granulato representata est.

9. Frustula calcaria.

Reliqua signa in explicatione figurae primae hujus tabulae jam explanata sunt.

Tab. II. fig. 3. Segmentum transversum ex diaphysi ossis tubulosi acido muratico imbuti infantis neonati sumptum.

P. Periosteum.

M. Cartilago membranacea.

O. Stratum corticale ossis tubulosi.

v. Segmentum transversum lamellarum telae elasticae in periosteo contentarum.

x. Substantia fundamentalis cartilaginis membranaceae parum perspicue striata apparet.

y. Corporacula cartilaginea. Limites eorum multo luculentiores representati sunt, ita fere, ut, postquam segmentum effectui kalli et jodii expositum est, observari solent. Nonnulla eorum ad periosteum versus formam denticulatam irregularem ostendunt.

M. Processus strati corticalis cartilaginis membranaceae constantis.

a. Substantia ossea alveolaris inter hunc processum et compactam substantiam osseam sita.

β. Singula septa hujus systematis eavorum.

γ. Interstitium inter os et cartilagineum membranaceum. Facies terminalis substantiae osseae elevationes et depressiones semiglobosae parum perspicuas ostendit.

δ. Canaliculi Haversii.

ε. Alveoli canaliculorum Haversii.

ς. Lamellae alveolos separantes.

ζ. Spatia interglobularia.

λ. Tractus striarum in compacta substantia ossea undulatum decurrentes.

Tab. II. fig. 4. Segmentum transversum per squamam ossis occipitis foetus trium mensium eam dimidio, tres pollices eam dimidio longi, in quo parando sectio simul per protuberantiam occipitalem et ad perpendicularum per os occipitis ducta est. Capsulae osseae per culpam lithographi fere omnino non cognoscuntur.

B. Versus centrum transitus corporaculorum cartilagineorum in cava medullaria primaria; versus facies externam et internam rotundum transitus in corporacula radiata.

a. Facies interna ad cavitatem cranii conversa.

ε. Facies externa.

ς. Nonnullae lamellae osseae in eorum medullare procurrentes, quae ad destructa cava medullaria primaria pertinent.

z. Compacta substantia ossea habitus striati.

Reliqua signa in explicatione figurae tertiae hujus tabulae jam explanata sunt.

Tab. II. fig. 5. Segmentum exhibens segmenta tenuia globulorum osseorum formari incipientium.

INDEX.

Prefatio.	5
Observationes microscopicae.	7
Descriptio segmenti longitudinalis ex inferiore extremitate diaphysis metacarpi foetus humani septem mensium desumpti.	9
Segmentum longitudinale ex corpore ossificari incipiente vertebrae canis neonati desumptum.	21
Segmentum e loco, ubi os luebit foetus septem mensium cum osse illi ad formandum acetabulum confecto se coniungit, desumptum.	23
Segmentum ex nucleo osseo inter ambos condylus epiphysis femoris infantis neonati intersecto pettum.	25
Segmentum e cartilagine thyroideae partim ossificata, postquam acido muratico imbuta est, desumptum.	26
Segmentum cartilaginis thyroideae acido muratico non imbutum.	30
Segmentum e squama ossis occipitis foetus trium mensium cum dimidio (tres pollices cum dimidio longi) desumptum.	33
Segmentum transversum ex diaphysi ossis tubulosi acido muratico imbuti infantis neonati desumptum.	36
Conclusiones ex observationibus deductae.	39
I. Mutationes substantiae cartilagineae ossificari incipientis.	
a) Cartilago hyalina.	40
b) Cartilago membranacea.	47
II. Phænomena, quae eo loco cartilaginis ossificationem incunant apparent, ubi incrustationes incipiunt. (Capsula ossea.)	
a) Cartilago hyalina.	47
b) Cartilago membranacea.	52
III. Progredientis ossificationis processus; formatio eavorum medullarum et glomerularum cum corpusculis radiatis.	
a) Cartilago hyalina.	53
b) Cartilago membranacea.	61
IV. Substantia ossea spongiosa et compacta.	63
Explicatio tabularum.	65

THESES.

1. Non exstat certum signum virginitalis.
2. Apertio incurvata orificii uteri ex arte obstetricia rejicienda est.
3. Ruptio velamentorum ori ad sistendum sanguinis profluvium inter partum non est admittenda.
4. Partus facillimus non est faustissimus.
5. Resectio portiois vaginalis carcinomate correptae non est cura radicalis.
6. Decoctum Zittmanni non est praestantius, quam quodlibet aliud decoctum tignorum.

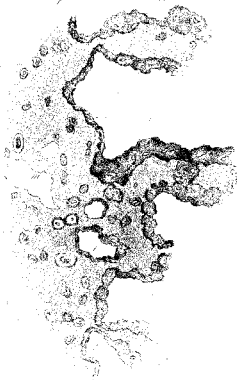
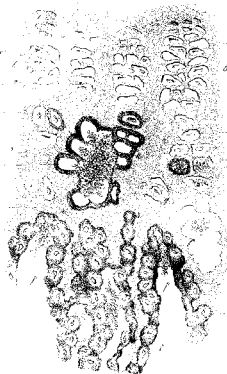


Fig. 1

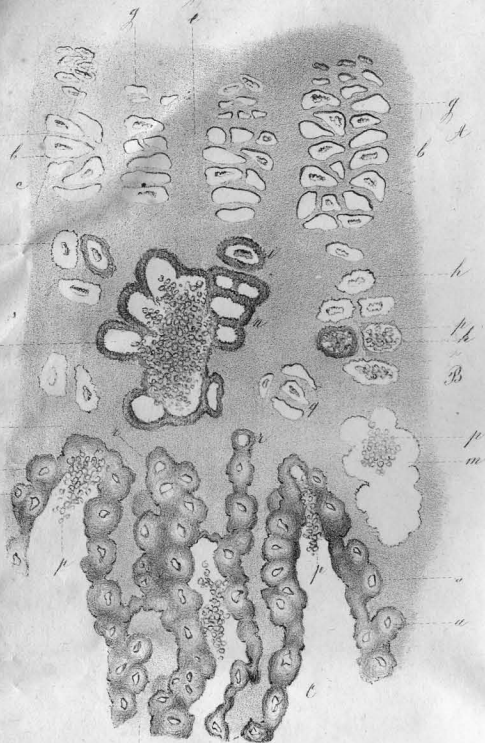


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

